

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra konstrukcí

Koňská aréna s hledištěm

Horsehead arena with auditorium

Student:

Bc. Zuzana Marcalíková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Rosmanit, Ph.D.

Ostrava 2016

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Zuzana Marcalíková**

Studijní program:

N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3607T037 Konstrukce staveb

Téma:

Koňská aréna s hledištěm  
Horsehead arena with auditorium

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce vypracujte:

1. Halové objekty pro koňský sport, základní dispozice, požadavky, prostorová koncepce těchto objektů. Stanovení hlavních parametrů řešeného objektu.
2. Základní řešení možných variant statického působení řešeného objektu.
3. Předběžné posouzení hlavních nosných prvků nosné konstrukce, řešení ztužení konstrukce, zhodnocení výhod a nevýhod navržených konstrukcí.
4. Základní dispoziční a architektonické řešení zvolené varianty hangáru (výkresová dokumentace).
5. Statický výpočet rozhodujících nosných prvků a ztužení konstrukce s využitím 3D modelu.
6. Návrh a posouzení vybraných spojů.
7. Výrobní dokumentace důležitých nebo zvláštních částí konstrukce.
8. Základní postup montáže navržených konstrukcí, technologický postup.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí.
- [2] ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí – příslušné části.
- [3] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [4] Studnička, J., Macháček, J. Votlučka, L.: Ocelové konstrukce 20 – Pozemní stavby, Praha 1998
- [5] Wald, F., Sokol, S.: Navrhování styčníků, Praha, 1998.
- [6] Marek, P.: Kovové konstrukce pozemních staveb, Praha, SNTL, 1985.
- [7] Odborné časopisy – Konstrukce, Stavitel, Structural Engineering, Stahlbau
- [8] Internet



Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miroslav Rosmanit, Ph.D.**

Datum zadání: 29.02.2016

Datum odevzdání: 30.11.2016



---

doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.  
vedoucí katedry



---

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

Podpis studenta



### **Prohlašuji, že**

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb.
  - autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo-diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

## ANOTACE

Předmětem diplomové práce je konstrukční a statické řešení kruhové jízdárny. Kruhová jízdárna má průměr 28 m a obsahuje vnitřní tribunu. Konstrukční řešení je založeno na trubkovém příhradovém vazníku s vnitřním prstencem a sloupech z profilu HE 300 A. Diplomová práce se také zabývá požadavky na jezdecká zařízení a možnými způsoby statického a konstrukčního řešení jízdárny. Byl proveden návrh a posouzení hlavní části nosné soustavy a dalších prvků, jako jsou tenkostěnné vaznice, pažďíky, obvodový plášť a střešní plášť. Statický výpočet vnitřních sil a deformací byl vytvořen pro prostorový výpočetní model. Konstrukční řešení hlavních nosných prvků je doplněno o výpočty vybraných detailů.

**Klíčová slova:** jízdárna, hala, ocel, příhradový vazník, statický výpočet, prostorový model.

**Počet stran:** 110

## ANNOTATION

The subject of this thesis is the structural and static design of the round riding-hall. This riding-hall has a diameter of 28 m and contains an internal tribune. Design is based on a steel tubular simple trusses with the internal annulus and on the pillars of the HE 300 A. The thesis also deals with the requirements for rider facilities and possible methods of static and structural design of the riding-hall. The design and assessment of the main parts of the supporting system and other components, such as thin-walled purlins, nogging pieces, peripheral and roofing membrane were done. Static analysis of internal forces and deformations was created for cubic computing model. Structural design of the main supporting components is complemented by calculations of selected details.

**Key words:** riding-hall, steel, simple truss, static analysis, cubic model.

**Number of pages:** 110

## Obsah diplomové práce

<b>1</b>	<b>Seznam použitého značení .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Druhy konstrukčních systémů halových budov.....</b>	<b>6</b>
3.1	Vazníkové konstrukce .....	6
3.2	Rámové konstrukce .....	7
3.3	Obloukové konstrukce .....	8
3.4	Visuté konstrukce.....	9
3.5	Zavěšené konstrukce .....	10
3.6	Pneumatické konstrukce .....	10
3.7	Konstrukce s prostorovým působením.....	11
3.8	Základní řešení možných variant kruhové jízdárny. Zhodnocení možných variant. .	12
3.8.1	Prostorová prutová soustava .....	12
<b>4</b>	<b>Jezdecká zařízení .....</b>	<b>15</b>
4.1	Otevřené tréninkové dráhy .....	16
4.1.1	Pohybovací zařízení pro koně (tzv. kolotoč) .....	16
4.1.2	Otevřené bazény .....	17
4.1.3	Kryté bazény .....	17
4.1.4	Pohybovací zařízení - kolotoč s vodou .....	17
4.2	Krytá jízdárna (hala) .....	17
4.3	Drezurní obdélník .....	19
4.4	Kolbiště .....	19
4.5	Opracoviště .....	19
4.6	Stáje pro chov koní .....	19
4.7	Kruhové jezdecké haly (lonžovací haly).....	20
4.8	Otevřené tréninkové dráhy .....	21
4.8.1	Dráhy pro zaskakování koní .....	21
4.8.2	Otevřené jízdárny.....	21
4.9	Dostihová závodiště .....	21
<b>5</b>	<b>Návrh kruhové jízdárny s hledištěm.....</b>	<b>23</b>
5.1	Základní popis konstrukce kruhové jízdárny .....	23
5.2	Globální analýza konstrukce .....	24
5.3	Návrh a posudek dílčích částí ocelové konstrukce haly .....	25
5.4	Zatížení kruhové jízdárny .....	25
5.4.1	Stálé zatížení .....	25
5.4.2	Sníh .....	26
5.4.3	Vítr.....	28
5.5	Návrh a posouzení tribuny .....	35
5.6	Návrh střešního pláště .....	43
5.6.1	Vrchní střešní plech .....	43
5.6.2	Spodní střešní plech .....	44



5.7	Návrh střešního pláště .....	45
5.8	Návrh obvodového pláště .....	46
5.9	Tenkostěnná vaznice .....	47
5.9.1	Vnitřní vaznice .....	47
5.9.2	Okapová vaznice .....	49
5.10	Paždíky .....	50
<b>6</b>	<b>Návrh hlavní nosné soustavy kruhové jízdárny - model 2D .....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Návrh hlavní nosné soustavy kruhové jízdárny - model 3D .....</b>	<b>58</b>
7.1.1	Mezní stav únosnosti .....	60
7.1.2	Mezní stav použitelnosti .....	70
<b>8</b>	<b>Táhlo .....</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>Ztužení kruhové jízdárny .....</b>	<b>73</b>
<b>10</b>	<b>Posouzení spoju .....</b>	<b>74</b>
10.1	Posouzení nejvíce namáhaného styčnicku příhradového vazníku .....	74
10.1.1	Únosnost na porušení smykem .....	76
10.1.2	Únosnost na prolomení pásu .....	77
10.1.3	Posouzení svarového spoje .....	78
10.2	Posouzení vetknuté patky sloupu .....	80
10.2.1	Posouzení průřezu patky .....	83
10.2.2	Připojení podélných výztuh k patnímu plechu .....	85
10.2.3	Kotevní šrouby .....	86
10.2.4	Kotevní příčník .....	88
10.2.5	Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky .....	89
<b>11</b>	<b>Základní postup montáže a výroba navržených konstrukcí. Technologický postup. 90</b>	
11.1	Materiál a povrchová úprava .....	90
11.2	Výroba .....	90
11.3	Montáž .....	90
11.4	Bezpečnost práce .....	91
<b>12</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>92</b>
<b>13</b>	<b>Poděkování .....</b>	<b>93</b>
<b>14</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>94</b>
<b>15</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>97</b>
<b>16</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>99</b>
<b>17</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>100</b>
	<b>Příloha .....</b>	<b>103</b>

# 1 Seznam použitého značení

V této diplomové práci bylo použito následující značení:

*Velká písmena latinské abecedy*

$A$	průřezová plocha	[ m <sup>2</sup> ]
$A_{eff}$	efektivní plocha patního plechu	[ m <sup>2</sup> ]
$A_{net}$	oslabená plocha	[ m <sup>2</sup> ]
$A_{vz}$	smyková plocha	[ m <sup>2</sup> ]
$B_{p,Rd}$	návrhová únosnost v protlačení	[ kN ]
$C_1$	součinitel při zatížení prutu koncovými momenty	[ - ]
$C_2$	součinitel při zatížení prutu koncovými momenty	[ - ]
$C_3$	součinitel při zatížení prutu koncovými momenty	[ - ]
$C_e$	součinitel expozice	[ - ]
$C_{mLT}$	součinitel ekvivalentního konstantního momentu	[ - ]
$C_{my}$	součinitel ekvivalentního konstantního momentu	[ - ]
$C_t$	tepelný součinitel	[ - ]
$E$	modul pružnosti v tahu	[ MPa ]
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost v otlačení	[ kN ]
$F_{cr}$	kritické zatížení pro celkové vybočení	[ kN ]
$F_{Ed}$	návrhové zatížení konstrukce	[ kN ]
$F_{s,Rd}$	návrhová únosnost prokluzu spoje	[ kN ]
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost v tahu	[ kN ]
$F_{t,wc,Rd}$	návrhová únosnost nevyztužené stěny v tahu	[ kN ]
$H_\phi$	ekvivalentní vodorovná síla	[ kN ]
$H_{Ed}$	návrhová hodnota vodorovné reakce	[ kN ]
$I_\omega$	výsečový moment setrvačnosti	[ m <sup>6</sup> ]
$I_t$	moment setrvačnosti ve volném kroucení	[ m <sup>4</sup> ]
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence	[ - ]
$I_y$	moment setrvačnosti kolem osy y	[ m <sup>4</sup> ]
$I_z$	moment setrvačnosti kolem osy z	[ m <sup>4</sup> ]
$L$	rozpětí	[ m ]
$L_{cr}$	vzpěrná délka	[ m ]
$L_{CR}$	vzpěrná délka prutu	[ m ]
$L_{cr,y}$	vzpěrná délka pro vybočení v rovině	[ m ]
$L_{cr,z}$	vzpěrná délka pro vybočení z roviny	[ m ]
$L_{sys}$	systémová délka	[ m ]

$M_{cr}$	pružný kritický moment při klopení	[ kNm ]
$M_{Ed}$	ohybový moment	[ kNm ]
$M_{Rd}$	návrhová únosnost v ohybu	[ kNm ]
$M_{T,pl,Rd}$	plastický moment únosnosti	[ kNm ]
$N_{b,Rd}$	návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu	[ kN ]
$N_{c,Rd}$	návrhová únosnost v prostém tlaku	[ kN ]
$N_{Ed}$	návrhová hodnota tlakové (tahové) síly	[ kN ]
$N_{net,Rd}$	návrhová únosnost čelní desky v tahu	[ kN ]
$N_{pl,Rd}$	plastická únosnost průřezu v tahu	[ kN ]
$N_{RD}$	návrhová únosnost v tahu (tlaku)	[ kN ]
$V_{Ed}$	návrhová hodnota svislé reakce	[ kN ]
$V_{pl,Rd}$	návrhová plastická únosnost ve smyku	[ kN ]
$V_{wp,Rd}$	smyková únosnost stěny	[ kN ]
$W_{pl,min}$	minimální průřezový modul	[ m <sup>3</sup> ]
$W_{pl,y}$	plastický průřezový modul kolem osy y	[ m <sup>3</sup> ]
$W_{pl,z}$	plastický průřezový modul kolem osy z	[ m <sup>3</sup> ]



### Malá písmena latinské abecedy

$a_1$	započitatelná šířka betonové patky	[ m ]
$b$	zatěžovací šířka/šířka průřezu	[ m ]
$b_1$	započitatelná délka betonové patky	[ m ]
$c$	přesah desky	[ m ]
$c_{0(z)}$	součinitel ortografie	[ - ]
$c_{dir}$	součinitel směru větru	[ - ]
$c_{pe}$	součinitel vnějších tlaků	[ - ]
$c_{pi}$	součinitel vnitřních tlaků	[ - ]
$c_r(z)$	součinitel drsnosti terénu	[ - ]
$c_{season}$	součinitel ročního období	[ - ]
$d$	výška stěny profilu mezi zaoblením	[ m ]
$e_0$	ekvivalentní imperfekce zakřivení z vlastního tvaru vybočení	[ - ]
$f$	celková hodnota zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$f_{jd}$	návrhová pevnost betonu	[ MPa ]
$f_u$	napětí oceli na mezi pevnosti	[ MPa ]
$f_{ub}$	napětí šroubů na mezi pevnosti	[ MPa ]
$f_y$	napětí oceli na mezi kluzu	[ MPa ]
$f_{yb}$	napětí šroubů na mezi kluzu	[ MPa ]
$g_{Ed}$	návrhová hodnota stálého zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$g_k$	charakteristická hodnota stálého zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$h$	výška podlaží/výška průřezu	[ m ]
$h_{cr}$	vzpěrná výška	[ m ]
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence	[ - ]
$i_y$	poloměr setrvačnosti kolem osy y	[ m ]
$i_z$	poloměr setrvačnosti kolem osy z	[ m ]
$k_c$	opravný součinitel	[ - ]
$k_j$	součinitel koncentrace napětí	[ - ]
$k_r$	součinitel terénu	[ - ]
$k_w$	součinitel vzpěrné délky	[ - ]
$k_{wt}$	bezrozměrný parametr kroucení	[ - ]
$k_{yy}$	součinitel interakce	[ - ]
$k_z$	součinitel vzpěrné délky	[ - ]
$k_{zy}$	součinitel interakce	[ - ]
$l_{eff}$	efektivní šířka	[ m ]
$m$	hmotnost	[ kg ]
$q_{Ed}$	návrhová hodnota nahodilého zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]

$q_k$	charakteristická hodnota nahodilého zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$q_{p(z)}$	charakteristický maximální dynamický tlak	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$q_{Rd}$	návrhová hodnota únosnosti pro nahodilé zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$q_{Rk}$	charakteristická hodnota únosnosti pro nahodilé zatížení	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$s$	charakteristická hodnota zatížení sněhem	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$s_k$	základní charakteristická hodnota zatížení sněhem	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$t_f$	tloušťka pásnice	[ m ]
$t_w$	tloušťka stěny	[ m ]
$v_b$	základní rychlost větru	[ m/s ]
$v_{b,0}$	výchozí základní rychlost větru	[ m/s ]
$v_m(z)$	střední rychlost větru	[ m/s ]
$w_k$	charakteristická hodnota zatížení větrem	[ kN/m <sup>2</sup> ]
$z$	výška objektu	[ m ]
$z_0$	parametr drsnosti terénu	[ m ]
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu kategorie II.	[ m ]
$z_{max}$	maximální výška	[ m ]
$z_{min}$	minimální výška	[ m ]

*Písmena řecké abecedy*

$\alpha$	součinitel imperfekce	[ - ]
$\alpha_l$	sklon střechy	[ ° ]
$\alpha_{cr}$	součinitel vyjadřující zvýšení návrhové hodnoty pro dosažení ztráty stability	[ - ]
$\alpha_h$	redukční součinitel	[ - ]
$\alpha_{LT}$	součinitel imperfekce při klopení	[ - ]
$\alpha_m$	redukční součinitel	[ - ]
$\beta$	součinitel vzpěrných délek	[ - ]
$\beta_l$	součinitel pro výpočet součinitele vzpěrných délek	[ - ]
$\gamma_M$	součinitel spolehlivosti materiálu	[ - ]
$\delta$	deformace ve vodorovném/svislém směru	[ mm ]
$\delta_{H,Ed}$	vodorovné posunutí horní úrovně podlaží	[ - ]
$\delta_{lim}$	limitní deformace ve vodorovném/svislém směru	[ mm ]
$\kappa$	součinitel pro výpočet součinitele vzpěrných délek	[ - ]
$\lambda$	štíhlost/poměrná štíhlost	[ - ]
$\lambda_{LT,0}$	mezní štíhlost	[ - ]
$\lambda_y$	štíhlost/poměrná štíhlost pro vybočení v rovině	[ - ]
$\lambda_z$	štíhlost/poměrná štíhlost pro vybočení z roviny	[ - ]
$\mu_l$	tvarový součinitel	[ - ]
$\mu_{cr}$	bezrozměrný kritický moment	[ - ]
$\rho$	objemová hmotnost	[ kg/m <sup>3</sup> ]
$\sigma_{II}$	normálové napětí rovnoběžné s osou svaru	[ MPa ]
$\sigma_{\perp}$	normálové napětí kolmé k rovině nebezpečného průřezu	[ MPa ]
$\tau_{II}$	smykové napětí rovnoběžné s osou svaru	[ MPa ]
$\tau_{\perp}$	smykové napětí kolmo k ose svaru	[ MPa ]
$\phi$	redukční součinitel	[ - ]
$\phi_0$	počáteční natočení	[ rad ]
$\phi_{LT}$	redukční součinitel pro klopení	[ - ]
$\phi_y$	redukční součinitel pro vybočení v rovině	[ - ]
$\phi_z$	redukční součinitel pro vybočení v rovině	[ - ]
$\chi$	součinitel vzpěrnosti	[ - ]
$\chi_{LT}$	součinitel klopení	[ - ]
$\chi_{LT,mod}$	modifikovaný redukční součinitel	[ - ]
$\chi_y$	součinitel vzpěrnosti pro vybočení v rovině	[ - ]
$\chi_z$	součinitel vzpěrnosti pro vybočení z roviny	[ - ]



## 2 Úvod

Ocel patří k tradičním stavebním materiálům. Její uplatnění je především u konstrukčních částí nosných soustav. Důvodem je, že ocel má vhodné materiálové vlastnosti, je dostupná a umožňuje využití moderních způsobů zpracování. Mezi výhodné materiálové vlastnosti oceli patří především vysoká mez kluzu, pevnost nebo modul pružnosti. Samotné použití oceli u návrhu a posudku konstrukcí se řídí návrhovými standarty tzv. Eurokódy, které zajišťují bezpečnost, hospodárnost a životnost navrhované konstrukce. Základní přístup k návrhu stavebních konstrukcí uvádí ČSN EN 1990 [1]. Pro oblast ocelových konstrukcí pozemních staveb platí zejména norma ČSN EN 1993 -1-1 [2]. Návrh a posudek ocelových konstrukcí se dále dělí zejména na mezní stav únosnosti a použitelnosti. Stanovení zatížení se věnují normy ČSN EN 1991-1-1 [3], ČSN EN 1991-1-3 [4] a ČSN EN 1991-1-4 [5]. Samotné zatížení je možné rozdělit typicky pro halové objekty na stálé, užité, sněhem a větrem. V případě použití oceli je především výhodná možnost dílenské přípravy a rychlé montáže. Mezi typické konstrukce z oceli, proto patří právě halové objekty.

## 3 Druhy konstrukčních systémů halových budov

Haly umožňují volnou dispozici uvnitř objektu a mají pouze jedno poschodí. Vnitřní prostor objektu umožňuje vysokou variabilitu dispozičního řešení. Dispozice může být případně omezena malým počtem podpor. Samotné halové objekty se využívají v průmyslu, zemědělství nebo občanské vybavenosti. Zejména oblast občanské vybavenosti, zahrnuje celou řadu možného využití a to například, jako víceúčelové sportovní haly, stadióny, bazény a obchodní centra. Halové stavby, můžeme dále rozlišit podle konstrukčního uspořádání, namáhání nosné konstrukce, a také podle druhu použitého materiálu.

Konstrukční systémy můžeme rozdělit z hlediska namáhání nosné konstrukce na:

- ❖ Konstrukce namáhané převážně ohybem - jedná se o vazníkové konstrukce, rámové soustavy,
- ❖ Konstrukce namáhané převážně tlakem - zde můžeme zařadit konstrukce obloukové, plošné tlačené konstrukce (klenby, skořepiny), lomenice,
- ❖ Konstrukce převážně tažené - soustavy visuté (lanové a membránové konstrukce), pneumatické a zavěšené konstrukce.

### 3.1 Vazníkové konstrukce

Jedná se o konstrukci namáhanou převážně ohybem. Vazníková soustava se skládá z vazníků a sloupů popř. stěn (Obr. 3.1). Vazník je typicky kloubově uložen na konstrukci sloupků nebo může být podpírán stěnovým systémem. Vazníky mohou být betonové, dřevěné, na bázi dřeva a ocelové. Vazník může být plnostěnný, příhradový popř. vylehčený otvory nebo prolamovaný. Podle tvaru můžeme vazníky rozdělit na přímopásové, se zalomenými pásy nebo kombinované.



**Obr. 3.1: Vazníková konstrukce - Aquapark Olomouc [6]**

❖ Výhody:

- jednoduché stykování → jednoduchá montáž,
- jednoduché prvky → jednoduchá výroba,
- menší citlivost k vynuceným deformacím,
- lehká konstrukce, vzhledem k rozpětí.

❖ Nevýhody:

- menší příčná tuhost,
- nutné navrhovat větší profily sloupů tzn. větší základové patky,
- menší statická efektivnost,
- použití pro jednoduché půdorysy.

## 3.2 Rámové konstrukce

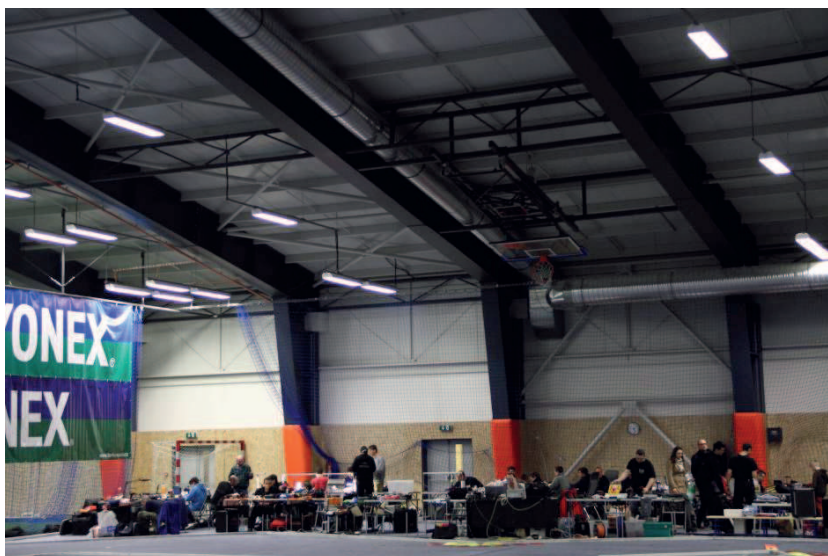
Jedná se o konstrukci se smíšeným působením ohybu s vodorovnými silami. Rámová soustava se skládá z rámové příčle a stojky (Obr. 3.2). Rámová příčle je tuze spojena se sloupy. Sloupy mohou být vetknuty nebo také uloženy kloubově na základové konstrukci. Kloubový spoj se také může nacházet v místě hřebene střechy. Můžeme tedy vytvořit rámovou konstrukci tuhou, dvoukloubovou nebo tříkloubovou.

❖ Výhody:

- ◆ staticky efektivní tj. zmenšení ohybových momentů na příčli,
- ◆ vyšší příčná tuhost.

❖ Nevýhody:

- ♦ nutnost spojení v rámovém rohu,
- ♦ citlivost k vynuceným deformacím.



**Obr. 3.2: Rámová konstrukce - Víceúčelová hala Bohumín**

### **3.3 Obloukové konstrukce**

Jedná se o konstrukci dimenzovanou na vzpěrný tlak v kombinaci s ohybem (v případě navátého sněhu z jedné strany). Stabilitu obloukové konstrukce v rovině oblouku můžeme zajistit zvýšením ohybové tuhosti, připojením ohybově tuhého prvku nebo pomocí táhla. Stabilitu konstrukce z roviny oblouku můžeme také zajistit ohybovou tuhostí nebo tuhostí střešního pláště. Oblouková konstrukce může být betonová, ocelová nebo na bázi dřeva (Obr. 3.3).

❖ Statické schéma:

- vetknutý oblouk,
- dvojkloubový oblouk,
- trojkloubový oblouk,
- kloubový oblouk s táhlem.





**Obr. 3.3: Oblouková konstrukce - Aquapark Bohumín [7]**

### **3.4 Visuté konstrukce**

Konstrukce (Obr. 3.4) je tvořena z ohybově měkkého materiálu, jako jsou například kovové prvky, lepené dřevo, plasty, kompozity nebo vláknocementové prvky. Jsou vytvořeny do tvaru momentového obrazce na prostém nosníku. Většina zatížení je přenesena prostřednictvím normálových sil.



**Obr. 3.4: Visutá rotačně symetrická konstrukce - Terminál na mezinárodním letišti Dulles [8]**

❖ Dělení podle visutých prvků:

- membránové,
- lanové,
- otevřený systém - vodorovné zatížení je přenášeno stěnami nebo sloupy,
- uzavřený systém - vodorovné zatížení je odstraněno pomocí rozpěr nebo prstenců,
- spojitý systém - síly jsou vyrovnány vlivem působících sil opačného znaménka, které se nachází nad podporou.

❖ Výhody:

- ♦ není tlak = není vzpěr, lze tedy uvážit větší rozpon, než u tlačných konstrukcí,
- ♦ architektonická rozmanitost - velké tvarové možnosti,
- ♦ malá spotřeba materiálů.

❖ Nevýhody:

- ♦ velké vodorovné reakce,
- ♦ uprostřed malá světlá výška - problémy s využitím objektu,
- ♦ tvarová nestálost.

### 3.5 Zavěšené konstrukce

Zavěšená konstrukce (Obr. 3.5, Obr. 3.6) se skládá z hlavního prvku tj. oblouku nebo pylonu. Na oblouk je pomocí systému táhel zavěšená konstrukce např. nosník, vazník atd.



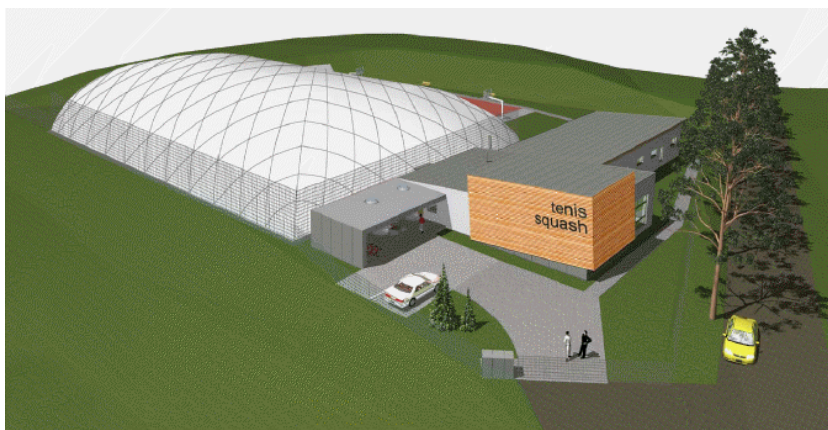
**Obr. 3.5: Zavěšená konstrukce - Zimní aréna Chomutov [9]**



**Obr. 3.6: Zavěšená konstrukce - Zimní aréna Chomutov [10]**

### 3.6 Pneumatické konstrukce

Pneumatické konstrukce (Obr. 3.7) jsou nesené přetlakem vzduchu. Pokud je přetlak pouze v nosné kostře konstrukce, jedná se o konstrukci vysokotlakou. Pokud se přetlak nachází uvnitř celé konstrukce jedná se o nízkotlakou. Pneumatické stavby jsou vytvořeny z fólie (membrány) namáhané pouze tahem. Membrána musí být odolná proti povětrnostním vlivům, slunečnímu záření, voděodolná a nesmí propouštět plyny.



**Obr. 3.7: Pneumatická konstrukce - Víceúčelové sportoviště [11]**

### **3.7 Konstrukce s prostorovým působením**

Jedná se například o klenby, skořepiny, lomenice, membrány (Obr. 3.8), obloukové konstrukce s tvarem kupole, roštové konstrukce, aj.



**Obr. 3.8: Membránová konstrukce - Letecké muzeum [12]**

### 3.8 Základní řešení možných variant kruhové jízdárny. Zhodnocení možných variant.

Jak vyplývá z uvedených konstrukčních řešení pro halové objekty s kruhovým půdorysem existují široké architektonické, statické a materiálové možnosti řešení těchto konstrukcí. Dále s ohledem na rozpětí a zvolený koncept vnitřní dispozice s tribunou, jsou rozpracované varianty, které využívají trubkových profilů. Dále jsou stručně popsány vhodné varianty zastřešení jízdárny. Jedná se o zastřešení pomocí příhradové desky, kopule nebo příhradového vazníku s prstencem a táhlem. Vybraná varianta pro návrh a posouzení kruhové jízdárny zahrnuje, právě poslední variantu, a to příhradový vazník.

#### 3.8.1 Prostorová prutová soustava

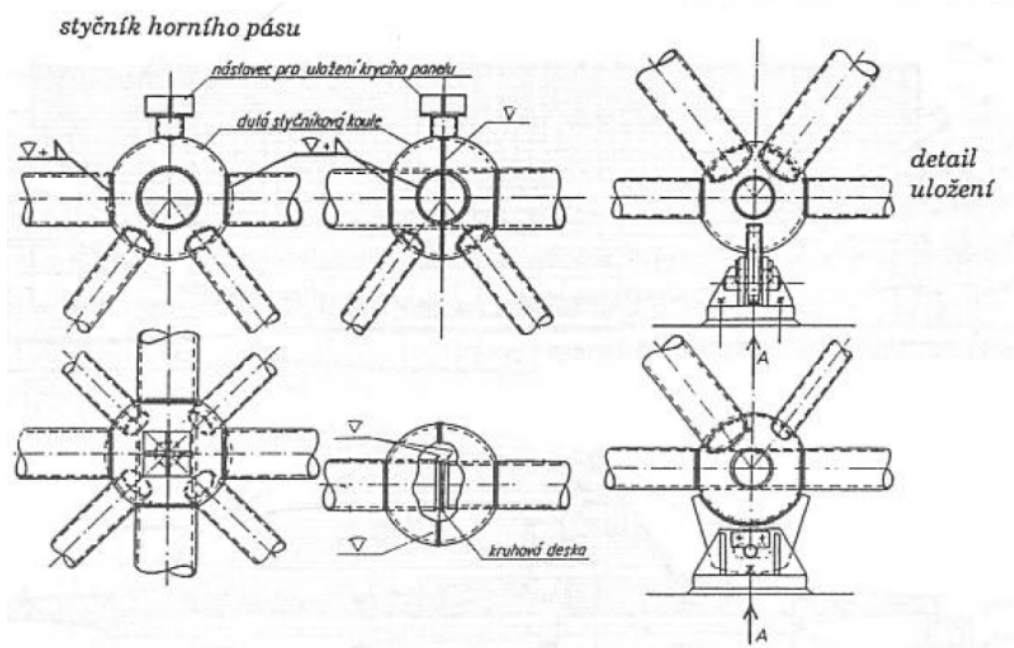
Tyto soustavy jsou namáhány převážně osovými silami, proto je velmi výhodné použití trubkového průřezu. Trubkové průřezy mají stejné vlastnosti ve všech směrech. Spojování prutů z trubek je nejčastěji pomocí kulového styčnicku svařených z dutých polokoulí vylisovaných z plechu (Obr. 3.9).

- **Výhody prostorové soustavy:**

- ❖ materiál je lépe využit,
- ❖ tuhost konstrukce je větší.

- **Nevýhody prostorové soustavy:**

- ❖ pracnější výroba,
- ❖ obtížná montáž.

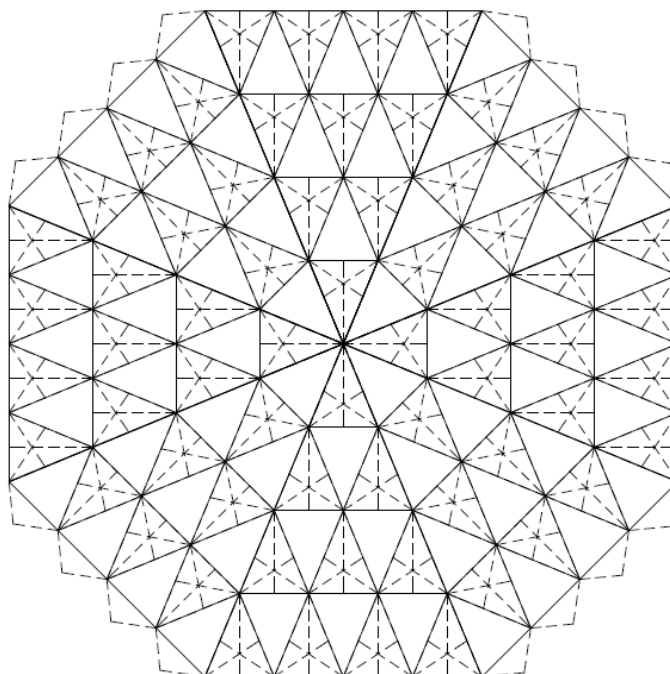


Obr. 3.9: Detaily kulových styčnicků [13]

## Příhradová deska

Jedná se o konstrukci, která tvoří rovinnou formu příhradových prutových konstrukcí. Jsou tvořeny osově namáhanými pruty, které přenášejí tahové a tlakové namáhání. Tyto soustavy mohou být dvouvrstvé nebo vícevrstvé. Styčníky jednotlivých vrstev leží nad sebou a jsou propojeny v šikmých rovinách diagonálami. Rozlišujeme celou řadu typů podle uspořádání pásových prutů a diagonál. Podle tvaru půdorysu se vytváří trojúhelníkové nebo šestiúhelníkové sítě. Na obr. 3.10 je znázorněná další možnost zastřešení jízďárny. Plná čára znázorňuje horní síť a dolní síť je zobrazena čárkovaně.

- Řešení styčníků:
  - ❖ Svařenec z lisovaných polokoulí,
  - ❖ Patentované styčníky (Obr. 3.9).

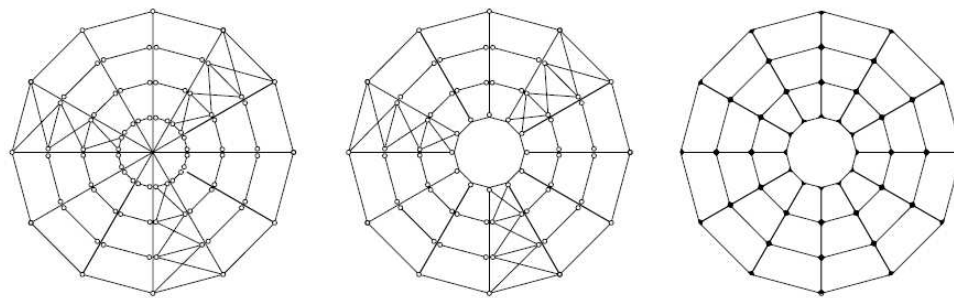


**Obr. 3.10: Příhradová deska**

## Kopule

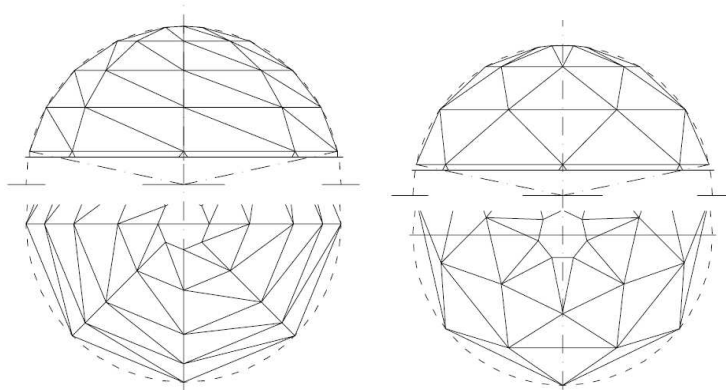
Vzepřením nosníkových prvků nad centrálním půdorysem lze dosáhnout prostorového působení, kdy vzniknou žebrové kupole (Obr. 3.11). Žebrové jehlany získáme použitím rovných nosníků. Báně vzniknou, leží-li styčník prutové soustavy na rotační ploše dvojí křivosti. Kopule také můžeme rozdělit na jednovrstvé nebo dvouvrstvé. Za dvouvrstvou kopuli můžeme také považovat navrženou konstrukci kruhové jízďárny.





**Obr. 3.11: Žebrová kopule [14]**

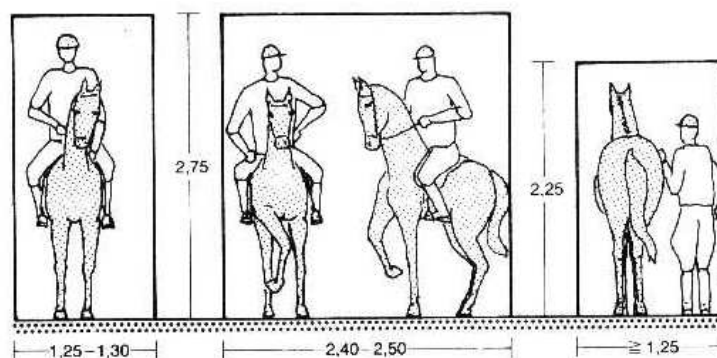
Kopule se používají k zastřešení kruhových půdorysů. Nejznámější kopule jsou Schwedlerova kopule (Obr. 3.12) a Föpplova kopule (Obr. 3.13) a také např. kopule mřížová nebo roštová.



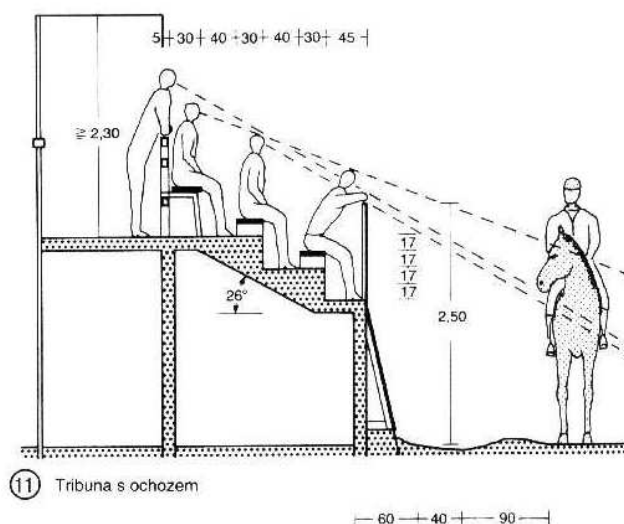
**Obr. 3.12: Schwedlerova kopule - vlevo, Föpplova kopule - vpravo [14]**

## 4 Jezdecká zařízení

Práce se zaměřuje na oblast návrhu jezdecké haly, kdy pro tento účel musí být splněny specifické požadavky. Pro všechna jezdecká zařízení je důležité určit průchozí či průjezdné rozměry v těchto stavbách. Tyto parametry můžeme určit pomocí rozměru jezdce a koně (Obr. 4.1). Základní průjezdný profil je 1,3 x 2,75 m. Nesmí se také zapomenout na splnění průjezdných rozměrů pro obslužné stroje (traktor, stroj pro čištění a úpravu pochůzí plochy aj.). U sportovních zařízení určených pro jezdeckví je vhodné také navrhnout tribuny pro diváky, pokud se mají konat závody. Tribuna musí být vytvořena tak, aby diváci měli dostatečnou viditelnost na jezdce s koněm (Obr. 4.2). Další podrobnosti o jízdařských objektech, také uvádí [15].



Obr. 4.1: Rozměry jezdce a koně [16]

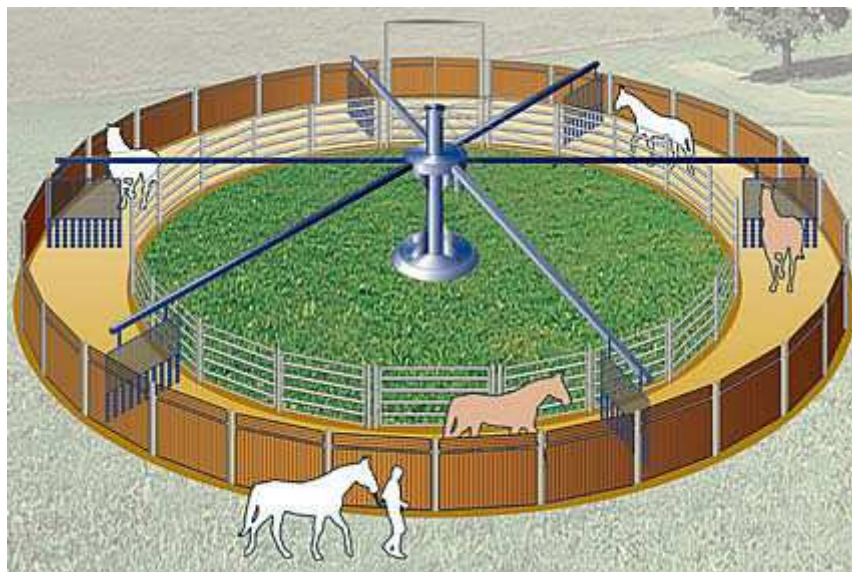


Obr. 4.2: Tribuna s ochozem [16]

## 4.1 Otevřené tréninkové dráhy

### 4.1.1 Pohybovací zařízení pro koně (tzv. kolotoč)

Pohybovací zařízení slouží k tréninku řízení pohybu koně v klusu a v kroku. Kolotoče jsou vyráběny v různých typech pro 5 - 10 koní. Zařízení mohou mít kruhový nebo oválný tvar. Tyto objekty mohou být zastřešené a někdy můžou být doplněny o lonžovací prostor. Podlaha je tvořena betonovým povrchem s gumovými matracemi, písková s pilinami nebo jen písková. Příklad kruhového trenažéru je zobrazen na obr. 4.3.



Obr. 4.3: Kolotoč [17]

#### ❖ Pohybovací zařízení typu 1

Slouží k pohybu 8 koní v klusu a kroku ve dvou směrech. Průměr pohybovacího zařízení je 14 m, obvod 44 m. Zařízení obsahuje 8 ramen. Ramena jsou vzdálená od země 2,5 m.

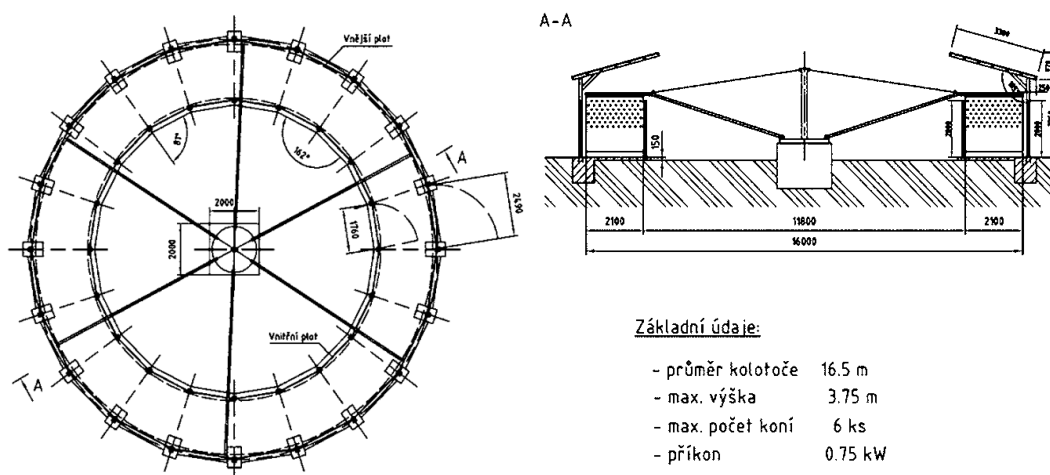
#### ❖ Pohybovací zařízení typu 2

Slouží k pohybu 6 koní v kroku nebo klusu ve dvou směrech. Průměr ramen je 8 - 10 m a jsou 1,2 m nad úrovní terénu.

#### ❖ Pohybovací zařízení typu 3

Průměr zařízení je 14-18 m a výška od 3,5 - 4 m. Slouží nejčastěji pro 6 koní. Zařízení (Obr. 4.4) se skládá ze středového sloupu, pohonné jednotky, ramene, zábrany na ramenech, brankou, ohrazení kruhů.





**Obr. 4.4: Kruhový trenažér [18]**

#### **4.1.2 Otevřené bazény**

Bazén je 3 - 3 m široký a obsahuje pramenitou vodu. Teplota vody se musí pohybovat okolo 15°C. Bazén je lemovaný postraními chodníky, které slouží k lonžování.

#### **4.1.3 Kryté bazény**

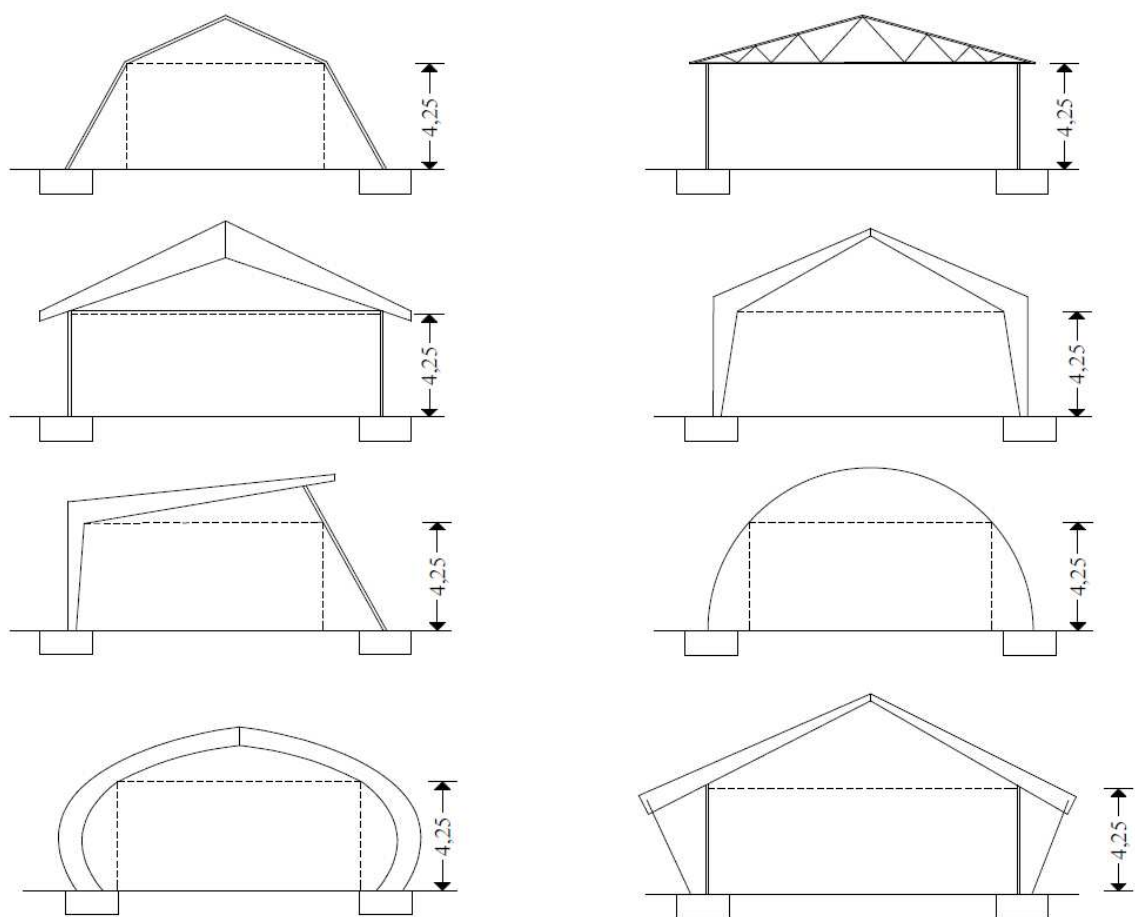
Obvod bazénu může dosahovat až 100 m. Jsou tvaru úzké elipsy rozdělené chodníkem pro pohyb ošetřovatele.

#### **4.1.4 Pohybovací zařízení - kolotoč s vodou**

Zlatá střední cesta mezi pohybem na kolotoči a bazénem je tzv. podvodní trenažér. Podlaha tohoto zařízení neobsahuje gumovou matraci ani písek, protože koně krácejí ve vodě. Jedná se o vanu, která může být oválná nebo kulatá a je vysoká 1-1,3 m. Vana je napuštěna vodou s hloubkou 20 - 30 cm. Koně v tomto kolotoči jsou nuceni zvedat končetiny, protože voda dosahuje po holeně a proto není kůň nadlehčován.

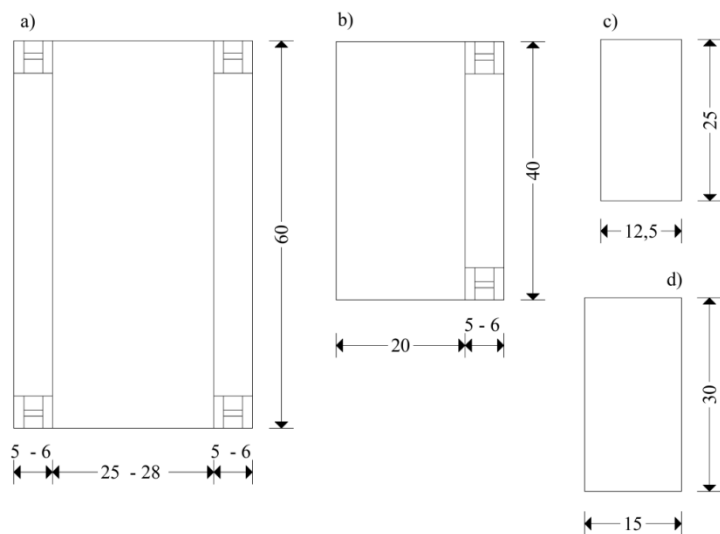
### **4.2 Krytá jízdárna (hala)**

Jízdárna umožňuje trénink jezdců v zimním období a při nepříznivém počasí. Jízdárnu tvoří halové objekty o jezdecké ploše 12,5x25 m - 25x60 m a minimální podjezdové výšce 4 metry. Podlaha je vysypána směsí pilin a písku, boční stěny interiéru jsou do výše 1,6 - 2 metry zkoseny, aby nedošlo k přimáčknutí jezdcových nohou.



**Obr. 4.5: Tvary konstrukcí jízdárny**

Vrata do jízdárny musí být min. 2,5 m široké a 3 m vysoké, aby umožňovala jak průjezd jezdců, tak i mobilní techniky pro úpravu podlahového posypu. Střešní okna haly mají mít plochu celkem 1/12 podlahové plochy a pokud jsou v hale tribuny, mělo by jejich výškové odstupňování odpovídat nároků na viditelnost ve sportovních stavbách. Typické rozměry jízdáren jsou znázorněny na obr. 4.6.



**Obr. 4.6: Velikost jízdárny - půdorysy**

a) velká jízdárna b) střední jízdárna c) malá jízdárna d) malé kluby

V krytých jízdárnách je nutné dbát na prašnost, proto je potřeba podklad kropit. Kropení je zajištěno automatickým zavlažovacím systémem umístěným ve střešní konstrukci. Jízdárny mohou být zděné, dřevěné, ocelové nebo kombinací předchozích. Typické tvary konstrukcí jízdárny jsou znázorněny na obr. 4.5.

### **4.3 Drezurní obdélník**

Slouží k výcviku v drezúře a jezdecké drezurní soutěže. Velikost obdélníku má být alespoň 60x20 m. Po úhlopříčce má být převýšení max. 50 cm a po kratší ze stran max. 20 cm. Povrch musí být pískovaný. Tento drezurní obdélník má být vzdálen od hlediště min. 10 m. Pokud se nachází v halovém objektu pak min. 2 m. Musí být ohraničen konstrukcí do výšky 30 cm.

### **4.4 Kolbiště**

V halových objektech je velikost kolbiště 1,200 m<sup>2</sup> s min. délkou kratší strany 20 m. Pokud nejsou kolbiště v halových objektech je velikost 4,000 m<sup>2</sup> s min. délkou kratší strany 50 m. Vjezd do kolbiště je opatřen závorou nebo např. překážkou.

### **4.5 Opracoviště**

Organizační výbor musí zajistit min. jedno opracoviště popř. cvičnou plochu. Musí obsahovat dostatečný počet překážek, které jsou opatřeny červenými praporky.

### **4.6 Stáje pro chov koní**

Velikost stáje je určena z potřeb a velikostí koní. Koně pro sportovní účely jsou ustájeni v jednotlivých boxech. Rozměr jednotlivých boxů je určen z hmotnosti koně, velikosti krmného žlabu a druhu stání (Tab. 4.1). Klasické boxy pro koně mají rozměr 3x4 m. Boxy musí splnit podmínku velikosti půdorysné plochy 12 m<sup>2</sup>, kde alespoň jedna strana boxu musí mít šířku min. 2,5 m. Ohrazení boxu je vysoké 2 - 2,5 m.

Box pro koně musí mít podestlanou podlahu, žlab s napáječkou a v ohrazení vytvořená vrata posuvná nebo otevíratelná. Chodba ve stáji musí být široká alespoň jako kratší strana boxu, tj. min. 3 m.

Pro jednořadé ustájení může být šířka chodby snížena na 2,5 m. Podle počtu řad boxů je možné určit šířku stáje. Pokud bude mít stáj jednu řadu boxů pak min. 6 m, při dvou řadách min. 9 m. Stáje musí obsahovat sedlovnu, mycí plochu s rozměrem 3x5 m. Délka stáje je dána orientací boxů (příčně nebo podélně orientované boxy), velikostí boxů a dalším zázemím pro koně. Délka stáje bez zázemí pro 20 příčně orientovaných boxů bude tedy násobkem délky a vydělená počtem řad (20 boxů x 4 metry / 1 řada = 80 m). Stáje sportovních koní mohou být doplněny krytou a otevřenou jízdárnou, drezurním obdélníkem, koňským kolotočem. Velká střediska mají jízdárny vybaveny tribunou pro diváky, hygienickým zázemím pro ně a pro jezdce. Stáje mají mít ve svém okolí dostatek pastevních výběhů. Na jednoho dospělého koně asi 0,5-1 ha pastvin a to podle kvality.

**Tab. 4.1: Rozměry při vazném ustájení**

Kůň nad 400 kg z.hm.	Min. plocha (m <sup>2</sup> /ks)	Min. stání		Krmný žlab	
		Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Min. šířka (mm)
Řadové stání	4,5	1500	2750	650-1000	650
Individuální stání	4,5	1800	2750		

## 4.7 Kruhové jezdecké haly (lonžovací haly)

Před zhotovením kruhové jízdárny je třeba uvážit, k čemu bude využívána. Podle účelu se taky volí povrch a velikost ohrazení. Velikost kruhové jízdárny je nutné volit co nejmenší, aby pořizovací náklady na tuto jízdárnu nebyly velké. Minimální průměr kruhové jízdárny s ohledem na práci s koni je 16 m. Tento rozměr odpovídá tomu, aby bylo možné koně lonžovat a aby bylo možné s koni pracovat na volno. Lonžování je způsob výcviku koně, kdy je kůň veden na kruhu pomocí dlouhé opratě. Rozměr kruhové jízdárny se také volíme podle druhu plemene koně a v závislosti na využití koní. Také je nutné zohlednit možnost práce člověka s koněm. Nutné je mít dostatek prostoru, zatímco člověk má možnost pracovat se svým osobním prostorem - přiblížení na koně zatlačit svou blízkostí - přiblížením koně zatlačit svou blízkostí, nebo naopak poodstoupení a uvolnění prostoru. Povrch v jízdárně může být z písku nebo z moderních materiálů se sklonem ke středu [19].

Z ekonomického hlediska je nutné zvážit, zda vybudovat jízdárnu i kruhovku. Kruhovka se může nacházet např. v objektu jízdárny obdélníkového půdorysu nebo může sloužit kruhovka jako jízdárna, a to v těch případech, kdy je k dispozici pouze málo prostoru pro jízdu na koni. Pokud se rozhodneme postavit kruhovou jízdárnu je nutná dbát na položení kvalitního povrchu. Také by měli být stěny této jízdárny mírně vykloněné ven, aby při jízdě nedocházelo k "hoblování" kolen jezdců. Pokud kruhovky mají sloužit k jízdě, měl by jejich průměr být alespoň 20 m (průměr velkého jízdárnského kruhu) [19].

### Nevýhodou kruhové jízdárny:

- absence rovné střechy → při stanových pohybu je lepší střecha rovná.

## Výhoda kruhové jízďárny:

- odepnutí jezdce → krouží po obvodu s dojmem, že jezdí sám.

## 4.8 Otevřené tréninkové dráhy

Dráhy pro trénink (Obr. 4.8) koní mohou být travnaté, pískované nebo ze speciálních povrchů. Ve středu pro trénink koní se může nacházet kolem 1000 dostihových koní.

### 4.8.1 Dráhy pro zaskakování koní

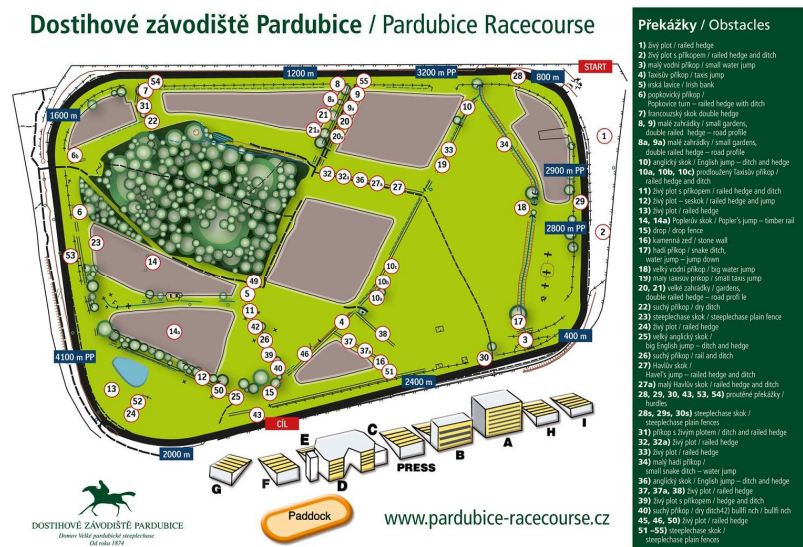
Tyto dráhy mají oválný tvar s obvodem alespoň 400 m. Dráha může být vnější i vnitřní, za předpokladu, že je šířka alespoň 6 m. Vnější dráha je opatřena vnitřními vraty s bradly. Nejčastěji jsou v ní umístěny přenosné překážky. Ve středu dráhy je místo pro řazení koní před a po výcviku ve skoku.

### 4.8.2 Otevřené jízďárny

Jsou určeny pro trénink jezdců a koní. Ideální velikost jízďárny je 30x70 m. Může také obsahovat drezurní obdélník s rozměrem 20x40 m (20x60 m). Podklad jízďárny je nejčastěji tvořen velkými kameny, hrubým šterkem na který je položen umělohmotný rošt. Na rošt je pokládána směs speciálního písku.

## 4.9 Dostihová závodiště

Dostihové závodiště slouží k pořádání dostihů. Každé závodiště musí mít dráhu, tribunu a sedliště.



Obr. 4.7: Plán dostihového závodiště v Pardubicích [20]

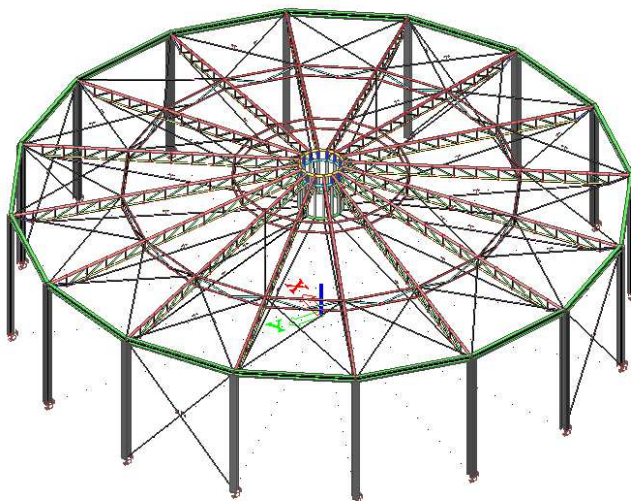
### **Druhy dostihových závodíšť:**

- **Dostihové závodíště pro rovinné dostihy,**  
Pro zkoušky výkonnosti anglických plnokrevných koní.
- **Dostihové závodíště pro překážkové dostihy,**  
Překážky nejsou přenosné proutěné, ale vytvořené z živého plotu s výškou až 120 cm a šířkou alespoň 1 m.
- **Dostihové závodíště pro klusácké dostihy,**  
Tyto dráhy jsou oválné s obvodem 1000 - 1600 m. Poloměr oblouku musí být min. 80 m.
- **Dostihové závodíště pro rovinné a překážkové dostihy,**
- **Dostihové závodíště pro rovinné, překážkové a klusácké dostihy.**

## 5 Návrh kruhové jízdárny s hledištěm

### 5.1 Základní popis konstrukce kruhové jízdárny

Práce se zabývá řešením statického návrhu kruhové jízdárny s hledištěm. Kruhová jízdárna (Obr. 5.1) pro potřeby návrhu a určení zatížení sněhem a větrem je uvažována v lokalitě Bohumín. Vrchní stavba haly byla navržena jako montovaná ocelová konstrukce. Nosný systém byla navržen jako vazníková konstrukce (kosoúhlá soustava s přidruženými svislicemi), která se skládá z příhradového vazníku z trubek, sloupů z válcovaných profilů H 300 A a táhla. Sloupy jsou kotveny do základové konstrukce. Jednotlivé rámy haly jsou v půdorysu radiálně rozmístěny s pootočením  $22,5^\circ$ . Konstrukce střechy je tvořena příhradovým vazníkem, který je v hřebeni střechy upevněn ke kruhovému svařenci z trubkových profilů. Horní a dolní pás příhradového vazníku je ve spádu  $7,93^\circ$ . Při návrhu byla použita ocel třídy S 355 J0. V hale se nachází dvě hlediště situována proti sobě. Tribuny jsou bezbariérové, je na ně přístup pomocí mobilní plošiny pro invalidy, která je umístěna na schodištích.



Obr. 5.1: Kruhová jízdárna v programu Scia Engineer 16 [21]

❖ Základní parametry a rozměry haly:

• typ střechy	stanová
• světlá výška v hale v místě okapu	6,55 m
• světlá výška v hale v místě hřebene	8,5 m
• max. vzdálenost rámu	5,463 m
• průměr kruhové jízdárny	28 m
• bezpečnostní odstup dráhy od tribuny	2,0 m
• čistý prostor pro práci s koňmi	18 m
• prostor pro dvě hlediště situovaná proti sobě	6,0 m
• počet sloupů	16 ks

## 5.2 Globální analýza konstrukce

Při návrhu konstrukce kruhové jízďárny se při klasifikaci, typu globální analýzy, vycházelo z tab. 5.1, která je popsána v normě z ČSN EN 1993. Tab. 5.1 upřesňuje nutné předpoklady výpočtu, mezi které patří zohlednění fyzikální, geometrické a konstrukční nelinearity. Samotná klasifikace analýzy je založena na stabilitním výpočtu a určení vlastních tvarů konstrukce.

**Tab. 5.1: Druhy globálních analýz u ocelových konstrukcí**

Druh analýzy	Ohybová teorie	Chování materiálu	Geometrie desky
Lineární pružnostní analýza (LA)	lineární	lineární	ideální
Geometricky nelineární pružnostní analýza (GNA)	nelineární	lineární	ideální
Materiálově nelineární analýza (MNA)	lineární	nelineární	ideální
Geometricky a materiálově nelineární analýza (GMNA)	nelineární	nelineární	ideální
Geometricky nelineární pružnostní analýza s imperfekcemi (GNIA)	nelineární	lineární	imperfektní
Geometricky a materiálově nelineární analýza s imperfekcemi (GMNIA)	nelineární	nelineární	imperfektní

Pro konstrukci ocelové haly jízďárny byl vytvořen prostorový výpočetní model a bylo využito metody konečných prvků v programu Scia Engineer 16. Výpočetní model je tvořen prutovými prvky. Samotný výpočet se provedl ve variantním řešení. Jednalo se o lineární a nelineární výpočet a následně byl proveden také výpočet lineární a nelineární stability.

Samotný posudek prvků se provedl v souladu z ČSN EN 1993. Jednalo se především o jednotkový posudek, který zahrnoval posouzení podle ČSN EN 1993-1-1 článku 6.3.3. a vzorce (6.61), resp. (6.62):

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1 \quad (5.1)$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_{M1} \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot M_{z,Rk}} \leq 1 \quad (5.2)$$

K posudku je rovněž nutné určit redukčního součinitele  $\phi_{LT}$  podle ČSN EN 1993-1-1 článku 6.3.2.3 a vzorce (6.57):

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad (5.3)$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad (5.4)$$



### 5.3 Návrh a posudek dílčích částí ocelové konstrukce haly

Ocelová konstrukce haly jízdrny je rozdělena pro návrh a posudek dílčích částí, které jsou:

- Návrh obvodového pláště a střešního pláště - sendvičový panel,
- Tenkostěnná vaznice (vnitřní a vnější - pouze konstrukčně),
- Paždíky,
- Ocelová konstrukce tribuny (Příčný rám a podélný nosník),
- Sloup (globální analýza),
- Příhradový nosník - horní pás, dolní pás, diagonální prvek, táhlo (globální analýza),
- Vnitřní prstenec.

### 5.4 Zatížení kruhové jízdrny

Zatížení, které působí na nosnou konstrukci kruhové jízdrny se řídí normou ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-3 a ČSN EN 1991-1-4. Zatížení se dělí na stálé a nahodilé. Pro bližší určení nahodilých zatížení větrem a sněhem, se vycházelo z polohy pro město Bohumín.

#### 5.4.1 Stálé zatížení

**Stále zatížení je uvažováno:**

- ❖ vlastní tíha nosné konstrukce
- ❖ stálé zatížení:

Působící na střešní konstrukci:

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| • střešní plášť         | $g_1 = 0,22 \text{ kN/m}^2$ |
| • tenkostěnné vaznice   | $g_3 = 0,066 \text{ kN/m}$  |
| • technologické rozvody | $g_4 = 0,05 \text{ kN/m}^2$ |

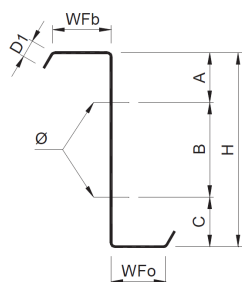
Působící na sloupy:

- |                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| • obvodový plášť | $g_2 = 0,102 \text{ kN/m}^2$ |
|------------------|------------------------------|

Skladba střešního pláště a obvodového pláště je popsána v tab. 5.2 a tab. 5.3.

**Tab. 5.2: Skladba střešního pláště**

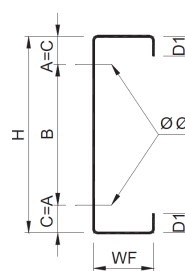
Skladba střešního pláště	
Popis prvku	Výška [mm]
Vrchní plech TR 35/207/0,63	0,63
Izolace	25
Spodní plech TR 50/260/0,63	0,63
Tenkostěnná vaznice Z 240/2(2,5)-S	
Popis prvku	Výška [mm]
Z profil s rovnou stojinou (Obr.5.2)	240



**Obr. 5.2: Schéma Z profilu s rovnou stojinou [22]**

**Tab. 5.3: Skladba obvodového pláště**

Skladba obvodového pláště	
Obvodový panel KS1150 TF 40	
Popis prvku	Výška [mm]
vnější plech	0,6
polyuretanová pěna	40
vnitřní plech	0,4
Paždík C 240/2,5-S	
Popis prvku	Výška [mm]
C profil (Obr.5.3)	240



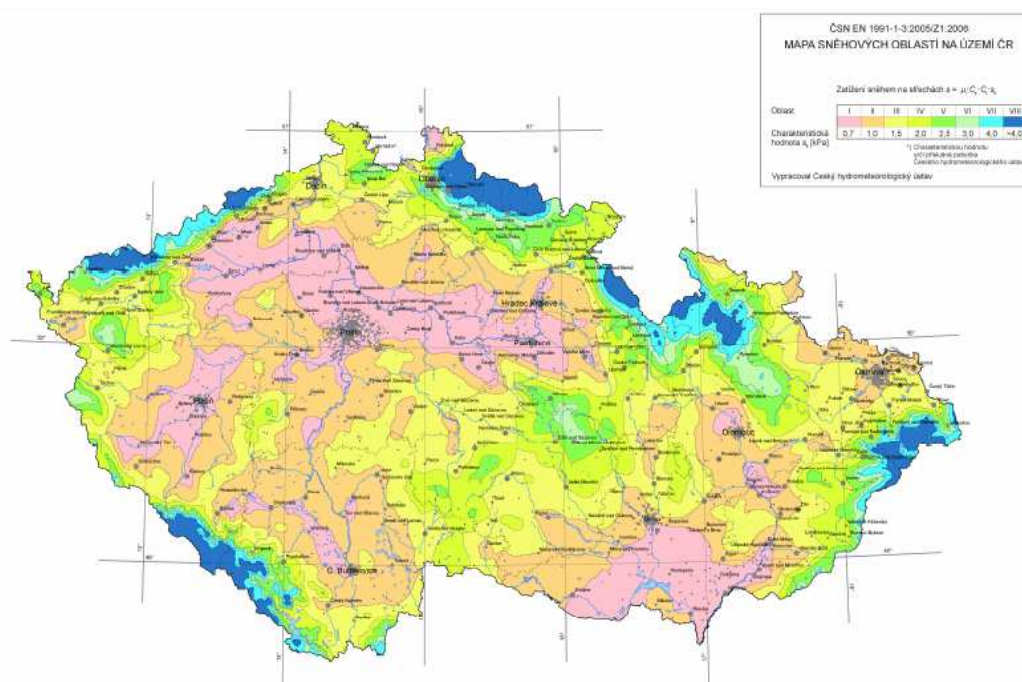
**Obr. 5.3: Schéma C profilu [22]**

## 5.4.2 Sníh

Charakteristickou hodnotu zatížení sněhem vypočteme podle normy ČSN EN 1991-1-3. Na území České republiky je celkem 8 sněhových oblastí (Tab. 5.4). Posuzovaná konstrukce jízdního pásu byla pro potřeby výpočtů uvažována v Bohumíně, tedy podle mapy sněhových oblastí (Obr. 5.4) se jedná o II. sněhovou oblast.

**Tab. 5.4: Sněhové oblasti**

Sněhová oblast	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,7	1	1,5	2	2,5	3	4	> 4

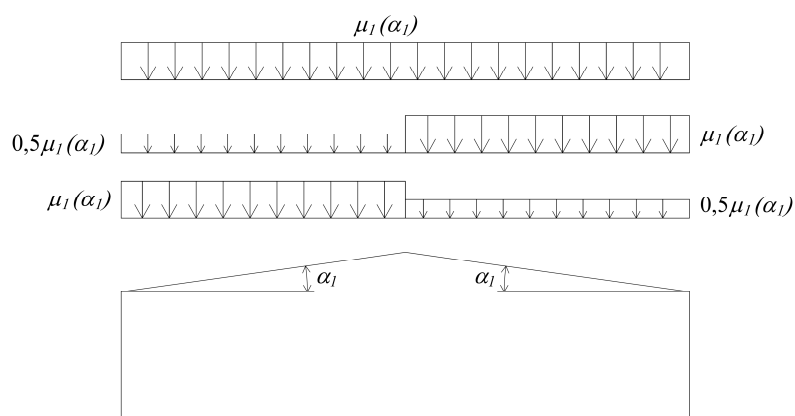


**Obr. 5.4: Mapa sněhových oblastí [4]**

Charakteristická hodnota zatížení sněhem je pro II. sněhovou oblast  $s_k = 1 \text{ kN/m}^2$ . Koňská jízdárna má stanovou střechu se sklone  $\alpha_I = 7,93^\circ$ . Tvarový součinitel  $\mu_i$  zatížení sněhem pro sklon střechy do  $30^\circ$  nabývá hodnoty  $\mu_I = 0,8$ . Součinitel expozice  $C_e$  je dán typem krajiny. Pro typ krajiny normální (jedná se o plochy, kde nedochází na stavebách k výraznému přemístění sněhu) je roven 1. Tepelný součinitel  $C_t$  pro střechy s tepelnou propustností menší než  $1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  se uvažuje 1. Pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci se zatížení sněhem vypočte podle vzorce :

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (5.5)$$

Po dosazení všech hodnot do vztahu (5.5) je charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s = 0,8 \text{ kN/m}^2$ . Pro stanovou střechu je rozložení zatížení sněhem na střeše podle obr. 5.5.



**Obr. 5.5: Uspořádání zatížení na stanové střeše**

### 5.4.3 Vítr

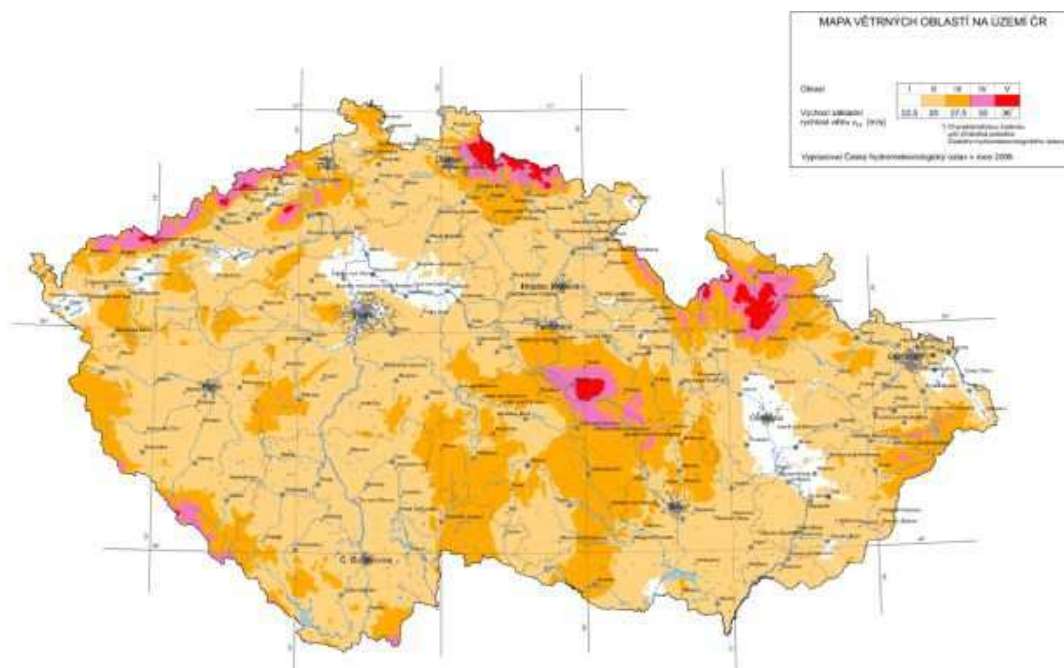
Charakteristickou hodnotu zatížení větrem vypočteme podle normy ČSN EN 1991-1-4. Charakteristická hodnota je stanovena na základě rychlosti větru  $v_{b,0}$ , kterou stanovíme podle mapy větrovních oblastí (Obr. 5.6). V České republice je celkem pět větrovních oblastí (Tab. 5.5).

**Tab. 5.5: Větrové oblasti**

Větrná oblast	I	II	III	IV	V
$v_{b,0}$ [m/s]	22,5	25	27,5	30	36

Posuzovaná konstrukce sportovní haly se nachází v II. větrové oblasti s výchozí základní rychlosti větru  $v_{b,0} = 25$  m/s. Pro určení výsledných tlaků větrem na povrch střechy a stěn byl použit vzorec (5.6). Součinitelé vnitřních tlaků  $c_{pi}$  byly brány jako méně výhodné z hodnot - 0,3 a 0,2.

$$w_k = q_p(z) \cdot c_{pe} \quad (5.6)$$



**Obr. 5.6: Mapa větrovních oblastí [5]**

Pro výpočet maximálního dynamického tlaku  $q_{p(z)}$  je nutné stanovit základní a střední rychlost větru. Základní rychlost větru  $v_b$  vypočteme podle vztahu (5.7). Výsledná hodnota základní rychlosti větru a vstupní hodnoty jsou uvedeny v tab. 5.6.

$$v_p = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad (5.7)$$

**Tab. 5.6: Charakteristiky pro výpočet základní**

Popis veličiny	Hodnota
Součinitel směru větru $c_{dir}$ [-]	1
Součinitel ročního období $c_{season}$ [-]	1
Výchozí základní rychlost $v_{b,0}$ [m/s]	25
Základní rychlost větru $v_b$ [m/s]	25

Střední rychlost  $v_m(z)$  a maximální dynamický tlak  $q_p(z)$  větru stanovíme podle vzorce (5.8) a (5.9). Hodnoty vstupující do výpočtu a výsledná hodnota střední rychlosti a maximální dynamický tlak větru jsou uvedeny v tab. 5.7.

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (5.8)$$

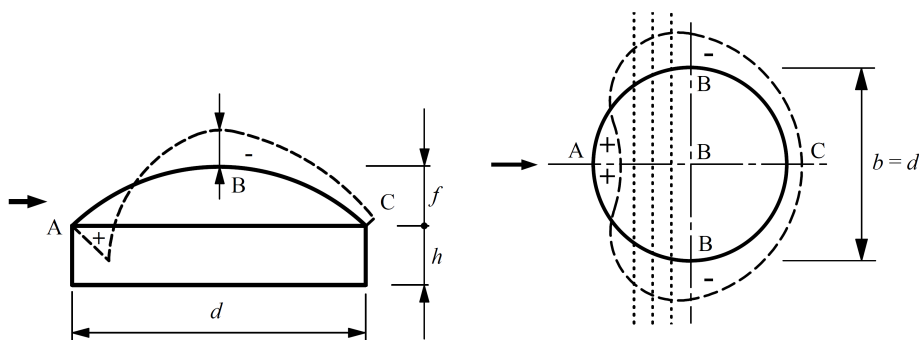
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \quad (5.9)$$

**Tab. 5.7: Charakteristiky pro výpočet střední rychlosti  $v_m(z)$** 

Popis veličiny	Hodnota
Parametr drsnosti terénu $z_0$ [m]	0,3
Parametr drsnosti terénu kategorie II. $z_{0,II}$ [m]	0,05
Minimální výška $z_{min}$ [m]	5
Maximální výška $z_{max}$ [m]	200
Výška objektu $z$ [m]	8,5
Součinitel terénu $k_r$ [-]	0,215
Součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$ [-]	0,720
Součinitel ortografie $c_o(z)$ [-]	1
Střední rychlost větru $v_m(z)$ [m/s]	18,00
Měrná hustota vzduchu $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1,25
Intenzita turbulence $I_v(z)$ [-]	0,299
Maximální dynamický tlak $q_p(z)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,627

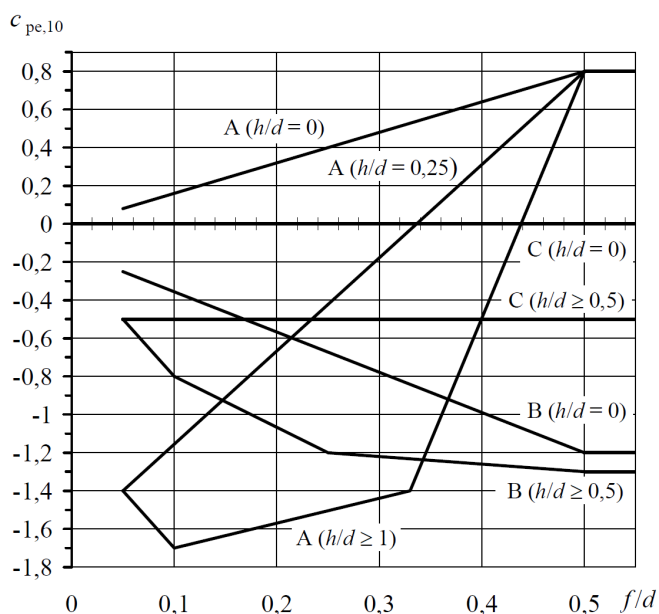
Pro výpočet vnitřních tlaku byla uvažována kopule o průměru  $d = 28$  m, výšky  $h = 6,55$  m a vzepětí  $f = 1,95$  m (Obr. 5.7). Součinitelé vnějších tlaků  $c_{pe,10}$  byly odečteny z grafu zobrazeného na obr. 5.8, pomocí poměru  $h/d = 0,234$  a poměru  $f/d = 0,07$ . Mezilehlé hodnoty byly získány lineární interpolací.

$$w_k = q_p(z_e) \cdot (c_{pe} - c_{pe}) \quad (5.10)$$



**Obr. 5.7: Rozložení součinitele vnitřních tlaků  $c_{pe,10}$  pro kopuli s kruhovou základnou [5]**

Součinitelé vnějších tlaků  $c_{pe,10}$  a výsledné hodnoty vnějších tlaků  $w_k$  na povrch střechy vypočtené podle vzorce (5.10) jsou uvedeny v tab. 5.8. Z tab. 5.8 je patrné, že z důvodu malého poměru výšky kupole k jejímu průměru, dochází na střešní konstrukci pouze k sání větru.



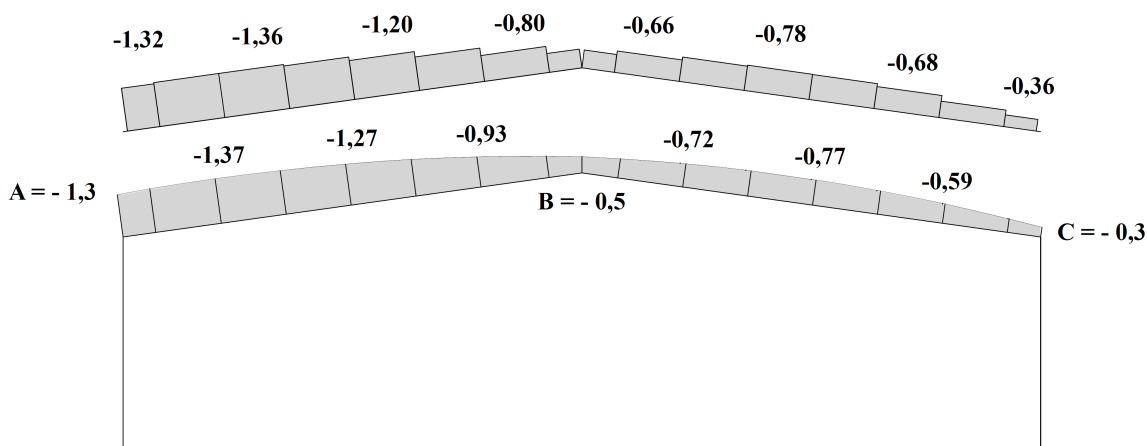
**Obr. 5.8: Graf pro odečtení součinitele vnějších tlaků  $c_{pe,10}$  [5]**

Pro potřeby zadávání zatížení větrem do styčnicku příhradového vazníku, bylo nutné nalézt mezilehlé hodnoty součinitele vnějších tlaků  $c_{pe,10}$ . Mezilehlé hodnoty byly nalezeny 1 m od sloupu, a dále po vzdálenostech 2 m ke středu jízdního pásu.

**Tab. 5.8: Odečtené hodnoty vnějších tlaků  $c_{pe,10}$**

Oblast	Součinitel vnějších tlaků $c_{pe,10}$ [-]	Výsledná hodnota tlaku větru $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
A	-1,3	-0,940
B	-0,5	-0,439
C	-0,3	-0,313

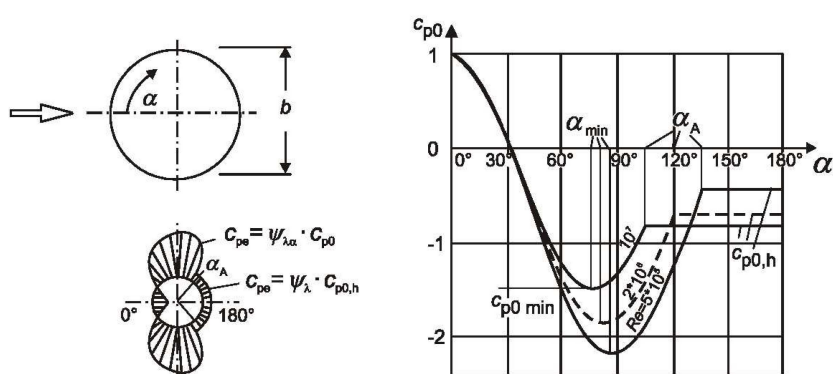
Změna součinitele vnějších tlaků na konstrukci střechy je znázorněna na obr. 5.9. Aby bylo možné zatížení přepočítat do styčníku, muselo se přistoupit k zjednodušení zatížení: zatížení na střeše bylo převedeno na rovnoměrně spojitě zatížení zprůměrováním dvou sousedních hodnot vnějších tlaků. Pomocí roznášecí šířky a délky bylo toto zatížení přepočteno na styčníkové.



Obr. 5.9: Změna součinitele vnějších tlaků na konstrukci jízdního pásu

Při výpočtu zatížení větrem na stěnách jízdního pásu bylo zjednodušeně uvažováno, že se jedná o válec s kruhovým půdorysem. Součinitelé vnějších tlaků bez vlivu proudění kolem volných konců  $c_{p0}$  byly odečteny z grafu na obr. 5.10. Výsledné hodnoty součinitelů vnějších tlaků  $c_{pe}$  byly vypočtené podle vzorce (5.11) a jsou uvedeny v tab. 5.9.

$$c_{pe} = \psi_{\lambda\alpha} \cdot c_{p0} \quad (5.11)$$



Obr. 5.10: Rozdělení tlaků pro válec s kruhovým průřezem pro různé rozsahy Reynoldsova čísla bez vlivu proudění kolem volných konců [5]

**Tab. 5.9: Součinitelé vnějších tlaků**

$\alpha$	$\psi_{\lambda\alpha}$	$c_{p0}$	$c_{pe}$
°	-	-	-
<b>0</b>	1	1	1,00
<b>15</b>	1	0,7	0,70
<b>30</b>	1	0,06	0,06
<b>45</b>	1	-0,6	-0,60
<b>60</b>	1	-1,25	-1,25
<b>75</b>	1	-1,5	-1,50
<b>80</b>	0,99	-1,45	-1,44
<b>85</b>	0,96	-1,4	-1,34
<b>90</b>	0,91	-1,38	-1,26
<b>95</b>	0,85	-1,25	-1,06
<b>100</b>	0,78	-1,05	-0,82
<b>105</b>	0,7	-0,8	-0,56
<b>120</b>	0,7	-0,8	-0,56
<b>135</b>	0,7	-0,8	-0,56
<b>150</b>	0,7	-0,8	-0,56
<b>165</b>	0,7	-0,8	-0,56
<b>180</b>	0,7	-0,8	-0,56

Součinitel vnějších tlaků je závislý na tzv. Reynoldových číslech definovaných vztahem (5.12). Maximální rychlost větru je  $v_{(ze)} = 18 \text{ m/s}$ , kinematická viskozita  $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$  a průměr konstrukce  $b = 28 \text{ m}$ . Změna součinitele vnějších tlaků na konstrukci stěn je znázorněna na obr. 5.10. Pomocí Reynoldova čísla zjistíme další potřebné hodnoty, které jsou uvedeny v tab. 5.10.

$$R_e = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu} \quad (5.12)$$

**Tab. 5.10: Typické hodnoty pro rozdělení tlaků na kruhových válcích pro  $R_e \cdot 10^7$**

Popis	Hodnota	Jednotka
Místo minimálního tlaku $\alpha_{min}$	75	°
Hodnota součinitele min. tlaku $c_{p0,min}$	-1,5	-
Poloha bodu oddělení proudu $\alpha_A$	105	°
Součinitel tlaku na závětrné straně válce $c_{p0,h}$	-0,8	-

Pomocí hodnot v tab. 5.11 byla vykreslena křivka, která znázorňuje zatížení větrem na povrch stěny (obr. 5.11).



Pro další výpočty byly nalezeny hodnoty součinitele vnějších tlaků  $c_{pe,0}$  po radiálních vzdálenostech 11,25°. Z těchto hodnot je vypočten průměr a proměnlivý součinitel vnějších tlaků, byl nahrazen, v každém úseku průměrnou hodnotou.

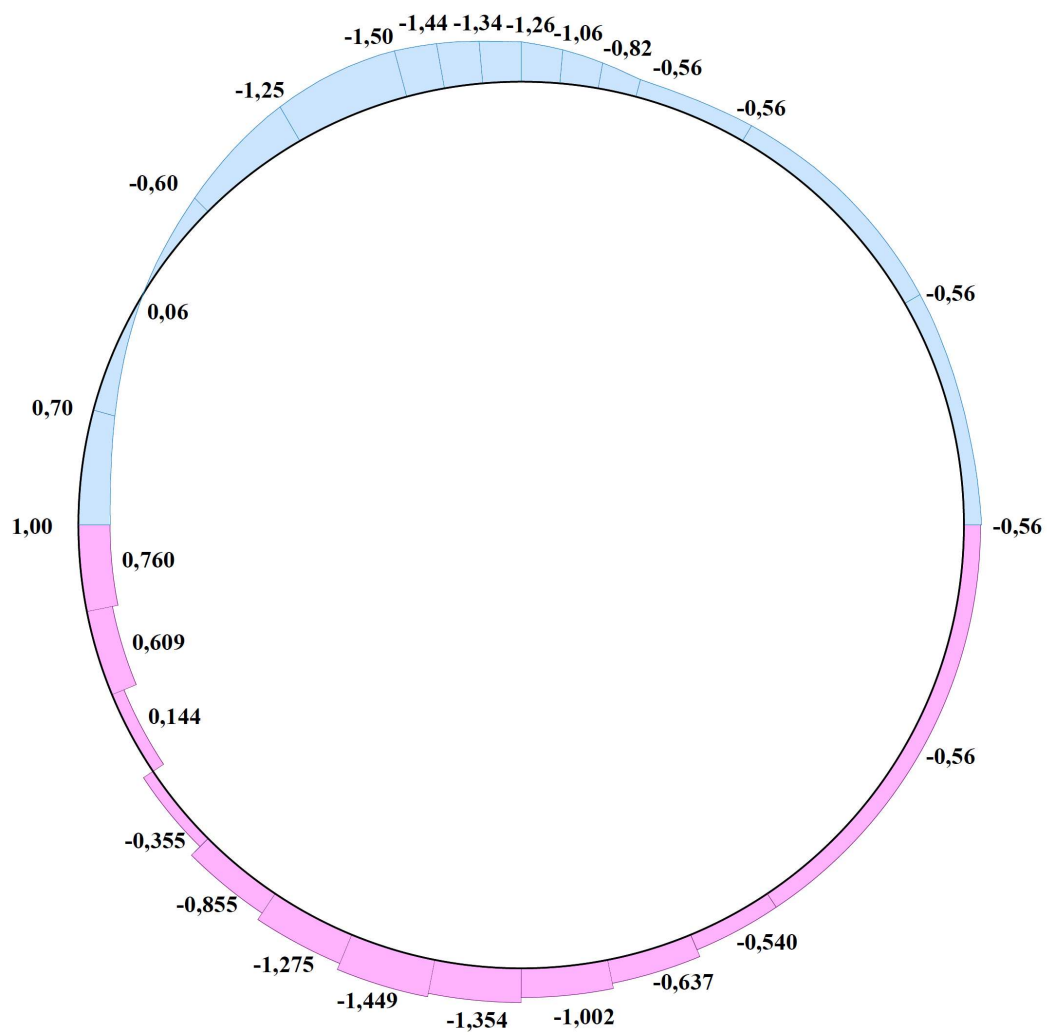
**Tab. 5.11: Zatížení větrem na povrch stěny**

<i>Úhel</i>	<i>V místě úhlu</i> $c_{pe,0}$	<i>Dílek</i>	<i>Zprůměrované</i> $c_{pe,0}$	$w_k$
°	-	-	-	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>0</b>	1,000	1	0,911	0,759
<b>11,25</b>	0,822	2	0,609	0,570
<b>22,5</b>	0,396	3	0,144	0,278
<b>33,75</b>	-0,109	4	-0,355	-0,348
<b>45</b>	-0,60	5	-0,855	-0,661
<b>56,25</b>	-1,109	6	-1,275	-0,924
<b>67,5</b>	-1,44	7	-1,449	-1,034
<b>78,75</b>	-1,458	8	-1,354	-0,974
<b>90</b>	-1,25	9	-1,002	-0,753
<b>101,25</b>	-0,754	10	-0,637	-0,524
<b>112,5</b>	-0,519	11	-0,551	-0,471
<b>123,75</b>	-0,583	12	-0,572	-0,484
<b>135</b>	-0,56	13	-0,560	-0,476
<b>146,25</b>	-0,56	14	-0,560	-0,476
<b>157,5</b>	-0,56	15	-0,560	-0,476
<b>168,75</b>	-0,56	16	-0,560	-0,476
<b>180</b>	-0,56			

Dále bylo potřebné převést plošné zatížení větrem na zatížení liniové, které působí na jednotlivé sloupy (Tab. 5.12). Toto bylo nutné, z důvodu snadnějšího zadávání zatížení v modelu vytvořeném v programu Scia Engineer 16.

**Tab. 5.12: Převod na liniové zatížení**

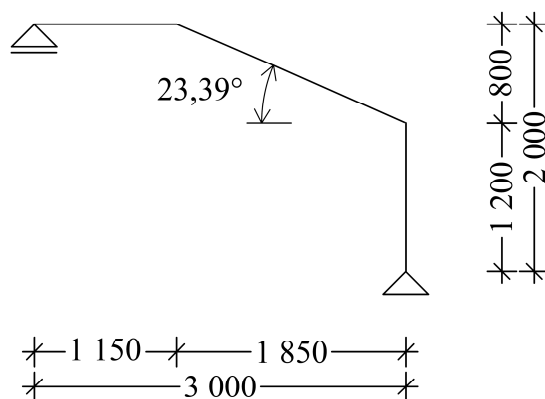
<i>Zprůměrované</i> $c_{pe,0}$	<i>Číslo sloupu</i>	<i>Plošné zatížení</i> <i>větrem w</i>	<i>Liniové zatížení</i> <i>větrem w</i>
-	-	<b>kN/m<sup>2</sup></b>	<b>kN/m</b>
0,911	1	0,759	4,147
0,357	2	0,412	2,248
-0,609	3	-0,507	-2,770
-1,284	4	-0,930	-5,080
-1,106	5	-0,819	-4,472
-0,669	6	-0,544	-2,974
-0,572	7	-0,484	-2,642
-0,560	8	-0,476	-2,603
-0,560	9	-0,476	-2,603



**Obr. 5.11: Zatížení větrem na povrch stěny**

## 5.5 Návrh a posouzení tribuny

Konstrukce tribuny (Obr. 5.12) se skládá z ocelových válcovaných profilů z materiálu S 235 J0. Základní prvky konstrukce jsou příčný rám tribuny a podélné prvky tribuny. Hlavní příčný rám tribuny je z vnitřní strany haly kloubově ukotven.



Obr. 5.12: Statické schéma tribuny

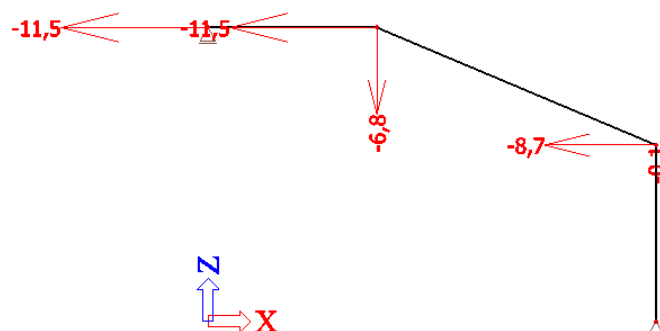
Ukotvení svislé části tribuny je provedeno přes patní plech a chemické kotvy se závitovou tyčí. Z vnější strany je příčný rám tribuny připojen na hlavní svislý prvek haly – sloup profilu HE 300 A. Přípoj je proveden přes styčnickové desky tl. 15 mm a šest šroubů M16. Předpokládá se, že přípoj je proveden kloubově. Předpokládá se, že je umožněn vodorovný posun. Hlavní nosný rám je tvořen rovinnou konstrukcí z profilu IPE 220. Statické schéma a čtyři základní zatěžovací stavy jsou patrné na obr. 5.14. a v tab. 5.13. Při výpočtu zatížení se předpokládalo, že pro vodorovnou část rámu je ostatní stálé zatížení  $0,25 \text{ kN/m}^2$  a užité  $7 \text{ kN/m}^2$ . Pro pravou (šikmou část) část tribuny se sedačkami je ostatní stálé zatížení  $0,5 \text{ kN/m}^2$  a užité  $5 \text{ kN/m}^2$ . Rozhodující obálka vnitřních sil pro mezní stav únosnosti je vykreslena na obr. 5.15. a výsledné hodnoty jsou tabelárně zpracovány v tab. 5.14. Následně je proveden jednotkový posudek pro jednotlivé části zobrazené na obr. 5.16 a v tab. 5.15. Pro návrh a posudek je rozhodující střední část označená B3. Podrobnosti k posudku kritického prvku jsou schnuty v tab. 5.16 až tab. 5.19.

Výsledný jednotkový posudek profilu IPE 220 dle ČSN EN 1993-1-1 rovnice (6.61), (6.62) je:

$$0,03 + 0,80 + 0,00 = 0,83 < 1$$

$$0,03 + 0,88 + 0,00 = 0,91 < 1$$

**Tribuna splňuje požadavky na mezní stav únosnosti.**



**Obr. 5.13: Deformace tribuny**

Následně byl také proveden výpočet pro mezní stav použitelnosti. Výsledné deformace tribuny jsou zobrazeny na obr. 5.13.

**Posouzení mezního stavu použitelnosti:**

- Svislá deformace:

$$\delta_{lim} = 1/250 * L = 1/250 * 3\,000 = 12\text{ mm} \geq \delta = 6,8\text{ mm}$$

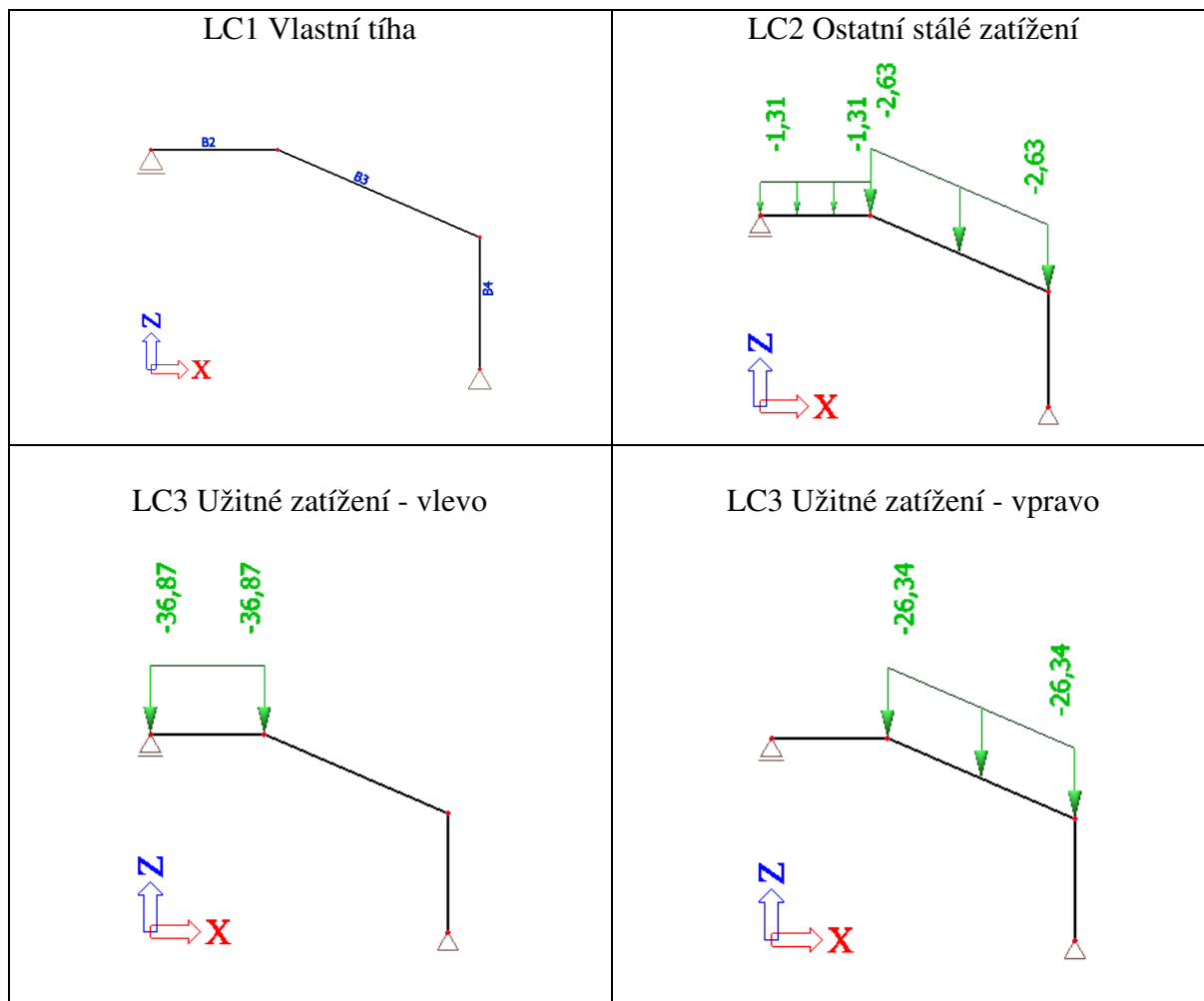
**Vyhovuje**

- Vodorovná deformace:

$$\delta_{lim} = 1/150 * H = 1/150 * 2\,000 = 13,4\text{ mm} \geq \delta = 11,5\text{ mm}$$

**Vyhovuje**

**Tribuna splňuje mezní stav použitelnosti.**



Obr. 5.14: Zatěžovací stavy a schéma konstrukce včetně popisů prutů

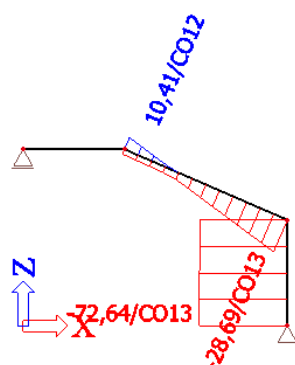
Tab. 5.13: Zatěžovací stavy

Zatěžovací stav	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG1	Standard
ZS3	Užitné vlevo	Proměnné	LG2	Statické
ZS4	Užitné vpravo	Proměnné	LG2	Statické

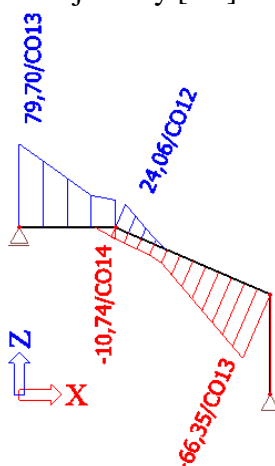
Tab. 5.14: Vnitřní síly – kombinace

Prvek	Vzdálenost $d_x$	Stav	$N$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$V_z$ [kN]
B2	0,000	CO13/3	0,00	80,79	0,00
B4	1,200	CO13/3	0,00	0,00	-73,52
B2	0,000	CO2/5	0,00	4,48	0,00
B3	2,062	CO13/3	0,00	-67,43	-28,39
B3	0,000	CO12/4	32,36	24,98	10,52
B3	0,515	CO13/3	57,09	-6,41	-2,70

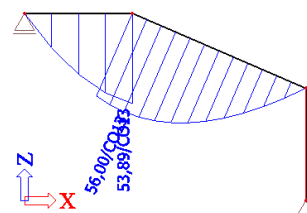
Normálové síly [kN]



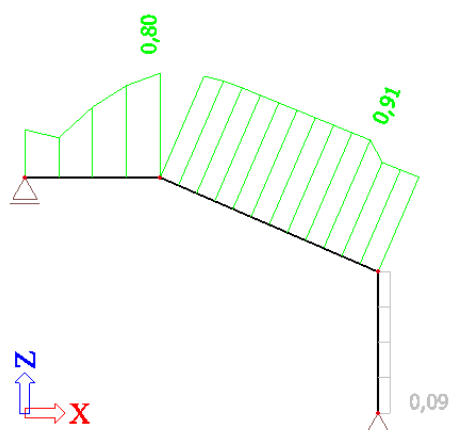
Posouvající síly [kN]



Ohybový moment [kNm]



Obr. 5.15: Vnitřní síly - kombinace



Obr. 5.16: Příčný rám tribuny - MSU - Jednotkový posudek

Tab. 5.15: Jednotkový posudek

Prvek	Délka prvku	Profil	Stav	Jednotkový posudek [-]
B2	1,150 m	IPE220	CO13/3	0,82
B3	2,062 m	IPE220	CO13/3	0,93
B4	1,200 m	IPE220	CO13/3	0,09

**Tab. 5.16: Kritický posudek – vnitřní síly 1.512 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotky
$N_{Ed}$	-20,13	kN
$V_{y,Ed}$	0	kN
$V_{z,Ed}$	-46,54	kN
$T_{z,Ed}$	0	kNm
$M_{y,Ed}$	28,44	kNm
$M_{z,Ed}$	0	kNm

Posudek rovinného vzpěru je proveden podle vzorce z normy ČSN EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (5.13)$$

**Tab. 5.17: Posudek rovinné vzpěru**

Parametry vzpěru	yy	zz	Jednotky
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	-
Systémová délka $L$	2,016	2,016	m
Součinitel vzpěru $k$	1,8	1	-
Vzpěrná délka $L_{cr}$	3,633	2,016	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	4353,82	1045,87	kN
Štíhlost $\lambda$	39,87	81,36	-
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0,42	0,87	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,2	0,2	-

Posudek klopení je proveden podle vzorce z normy ČSN EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 a rovnic (6.54), (6.55):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (5.14)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \cdot \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (5.15)$$

K posudku bylo nutné určit tzv. součinitel klopení  $\chi_{LT}$  podle vzorce (5.4). Tento součinitel byl dále redukován pomocí opravného součinitele  $k_c$ , který byl určen ze součinitele momentu na klopení  $C_1$ . Modifikovaný součinitel klopení určíme pomocí vzorce (6.58) z normy ČSN EN 1993-1-1 článku 6.3.2.3:

$$k_c = \frac{1}{\sqrt{C_1}} \quad (5.16)$$

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \quad (5.17)$$

Součinitele momentu na klopení  $C_1, C_2$  a  $C_3$  byly určeny metodou ECCS 119 příloha B a metodou Galea [21].

**Tab. 5.18: Parametry klopení**

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	-
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	0,00029	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	140	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0,63	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,4	-
Křivka klopení	b	-
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0,34	-
Součinitel klopení $\beta$	0,75	-
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0,9	-
Opravný součinitel $k_c$	0,91	-
Opravný součinitel $f$	0,96	-
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	0,94	-
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	63,27	kNm
Jednotkový posudek	0,47	-

**Tab. 5.19: Parametry  $M_{cr}$** 

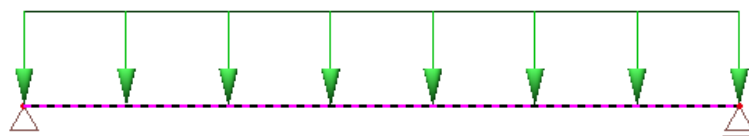
Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $L$	2,016	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	-
Opravný součinitel $k$	1	
Opravný součinitel $k_w$	1	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1,2	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0,17	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	1	

**Navržený prvek z profilu IPE 220 splňuje podmínky mezního stavu únosnosti a použitelnosti.**

Podélný prvek konstrukce tribuny (Obr. 5.17) je umístěn ve střední části, vnějšího a vnitřního okraje tribuny. S ohledem na konstrukční řešení a montáž je podélný prvek tribuny ze stejného profilu. Rozhodující nosník je prostřední, který je nejvíce zatížený. V případě krajních nosníků se předpokládá, že budou také stabilizovat příčné rámy tribuny a zvýší tuhost celkové konstrukce tribuny. Prvek je navržen z profilu HE 180 A. Podélných profil tribuny je uchycen k hlavnímu nosnému prvku tribuny z IPE 220, pomocí plechu tl. 15 mm. Plech je navařen na hlavní nosnou kostru tribuny a následně připojen k podélnému prvku pomocí čtyř šroubů M16. Chování přípoje se předpokládá kloubově. Výpočetní model je prostý nosník se spojitým zatížením. Přepočtená velikost zatížení na posuzovaný nosník je LC2=0,53 kN/m a LC3=8,65 kN/m. Systémová délka prvku je 5,463 m. Rozhodující kombinace pro mezní stav únosnosti je LC1\*1,15+LC2\*1,15+L3\*1,5. Zatěžovací stavy uvádí tab. 5.20. Pro návrh a posudek jsou rozhodující vnitřní síly  $V_z=36,85$  kN a ohybový moment  $M_y=48,55$  kNm.



Pro prvek je následně proveden jednotkový posudek uvedený v tab.5.21 a na obr. 5.18, který vyšel 0,75. Podrobnosti k posudku jsou shrnuty v tab. 5.22. a tab. 5.23. Následně proveden také výpočet pro mezní stav použitelnosti.



Obr. 5.17: Statické schéma – nosník

#### Posouzení mezního stavu použitelnosti:

- Svislá deformace:

$$\delta_{lim} = 1/250 * L = 1/250 * 5\,463 = 21,86 \text{ mm} \geq \delta = 19,24 \text{ mm}$$

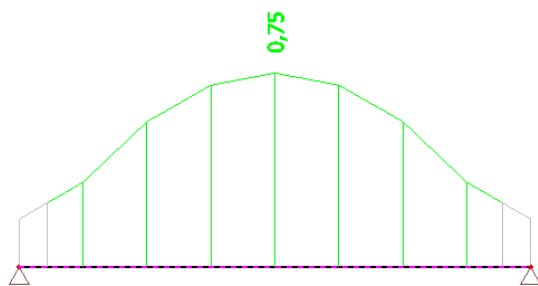
**Podélný prvek tribuny vyhovuje na mezní stav použitelnosti.**

Tab. 5.20: Zatěžovací stavy

Zatěžovací stav	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG1	Standard
ZS3	Užitné	Proměnné	LG2	Statické

Tab. 5.21: Jednotkový posudek

Prvek	Profil	Materiál	Stav	Vzdálenost $d_x$ [m]	Jednotkový posudek
B5	HE 180 A	S 235	CO11/1	2,635	0,75



Obr. 5.18: Jednotkový posudek – nosník (graficky)

**Tab. 5.22: Posudek klopení**

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	-
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	0,000325	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	120,09	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0,8	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,4	-
Křivka klopení	b	-
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0,34	-
Součinitel klopení $\beta$	0,75	-
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0,82	-
Opravný součinitel $k_c$	0,94	-
Opravný součinitel $f$	0,97	-
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	0,84	-
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	64,38	kNm
Jednotkový posudek	0,75	-

**Tab. 5.23: Parametry  $M_{cr}$** 

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $L$	5,463	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	-
Opravný součinitel $k$	1	
Opravný součinitel $k_w$	1	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1,13	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0,45	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	0,53	

**Navržený prvek profilu HE 180 A splňuje podmínky mezního stavu únosnosti a použitelnosti.**

## 5.6 Návrh střešního pláště

Střešní plášť byl navržený jako skládaný s použitím tenkostěnných profilů. Tenkostěnné profily byly navrženy pomocí tabulek dodávaných výrobcem *Kovové profily, spol. s.r.o* [22]. Střecha má malý sklon ( $7,93^\circ$ ), proto je možné zanedbat rozklad zatížení do daných směrů.

### 5.6.1 Vrchní střešní plech

Vrchní střešní plech je podporován distančními Z profily, které jsou rozmístěny po 2 m. Byl navržen trapézový plech TR 35/207/0,63 v negativní poloze. Únosnost tohoto plechu je dána výrobcem pomocí tabulky, která je uvedena v příloze 1.

**Únosnost podle tabulek výrobce:**

❖ Negativní poloha (gravitační zatížení)

$$\begin{array}{ll} \text{Mezní stav únosnosti:} & q_{Rd} = 2,88 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Mezní stav použitelnosti:} & q_{Rk} = 2,32 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

❖ Pozitivní poloha (zatížení větrem)

$$\text{Mezní stav únosnosti:} \quad q_{Rd} = 3,02 \text{ kN/m}^2$$

**Zatížení:**

❖ Kombinace s tíhovým zatížením:

$$\begin{array}{ll} q_{Ek} = 0,06 + 0,8 & = 0,86 \text{ kN/m}^2 \\ q_{Ed} = 0,06 \cdot 1,35 + 0,8 \cdot 1,5 & = 1,32 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

❖ Kombinace se sáním větru:

$$\begin{array}{ll} q_{Ek} = -0,98 + 0,22 & = -0,76 \text{ kN/m}^2 \\ q_{Ed} = -0,98 \cdot 1,5 + 0,22 \cdot 1 & = -1,25 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

**Posouzení:**

$$\begin{array}{l} q_{Ed} = 1,32 \text{ kN/m}^2 < q_{Rd} = 2,88 \text{ kN/m}^2 \\ q_{Ed} = 1,25 \text{ kN/m}^2 < q_{Rd} = 3,02 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

**Vrchní střešní plech vyhovuje.**

### 5.6.2 Spodní střešní plech

Podporou střešního pláště jsou tenkostěnné vaznice Z s půdorysnou vzdáleností 2 m. Zjednodušeně bylo uvažováno, že zatížení je roznášeno pomocí distančních profilů spojitě. Byl navržen trapézový plech TR 50/260/0,63 situován v pozitivní poloze. Únosnost tohoto plechu je dána výrobcem pomocí tabulky, která je uvedena v příloze 2.

**Únosnost podle tabulek výrobce:**

❖ **Negativní poloha (gravitační zatížení)**

Mezní stav únosnosti:  $q_{Rd} = 3,08 \text{ kN/m}^2$

Mezní stav použitelnosti:  $q_{Rk} = 4,25 \text{ kN/m}^2$

❖ **Pozitivní poloha (zatížení větrem)**

Mezní stav únosnosti:  $q_{Rd} = 3,13 \text{ kN/m}^2$

**Zatížení:**

❖ **Kombinace s tíhovým zatížením:**

$$q_{Ek} = 0,22 + 0,8 = 1,02 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 0,22 \cdot 1,35 + 0,8 \cdot 1,5 = 1,65 \text{ kN/m}^2$$

❖ **Kombinace se sáním větru:**

$$q_{Ek} = -0,98 + 0,08 = -0,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = -0,98 \cdot 1,5 + 0,08 \cdot 1 = -1,39 \text{ kN/m}^2$$

**Posouzení:**

$$q_{Ed} = 1,65 \text{ kN/m}^2 < q_{Rd} = 3,08 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,39 \text{ kN/m}^2 < q_{Rd} = 3,13 \text{ kN/m}^2$$

**Spodní střešní plech vyhovuje.**

## 5.7 Návrh střešního pláště

Střešní plášť (Obr. 5.19) byl navržen ze sendvičových střešních panelů s tepelnou izolací. U návrhu a posudku se vycházelo z únosnosti uvedené výrobcem vztažené k velikosti plošného zatížení střešní konstrukce. Uvedené únosnosti již zohledňují vlastní hmotnost střešních panelů. Střešní panely byly navrženy pro dvě kombinace zatěžovacích stavů.

Kombinace zatěžovacích stavů:

### 1. Kombinace

- nenavátý sníh po celé délce střechy;  $s_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$ ,

Zatížení celkem:  $f = 0,8 \text{ kN/m}^2$

### 2. Kombinace

- maximální hodnota příčného větru;  $w_{F,k} = - 0,975 \text{ kN/m}^2$ ,

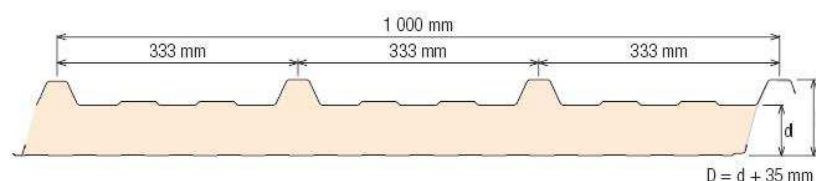
Zatížení celkem:  $f = - 0,975 \text{ kN/m}^2$

⇒ Pro návrh střešního panelu je rozhodující kombinace číslo 2.

Byl navržen sendvičový střešní panel **Kingspan KS1000 RW 25** (Tab.5.24).

**Tab. 5.24: Charakteristiky střešního panelu KS1000 RW 25**

Systém	Spojité nosník o 3 a více polích
Skupina barev	I
Tabulková únosnost $f_k$ [ $\text{kN/m}^2$ ]	1
Maximální rozpon $L$ [m]	2,13



**Obr. 5.19: Střešní panel KS1000 RW [23]**

Podrobné podklady od výrobce pro návrh střešního panelu viz příloha 3.

**Posouzení střešního panelu:**

$$f = - 0,975 \text{ kN/m}^2 \leq f_k = 1 \text{ kN/m}^2$$

**Střešní panel vyhoví.**

## 5.8 Návrh obvodového pláště

Obvodový plášť (Obr. 5.20) byl navržen ze sendvičových stěnových panelů s tepelnou izolací. U návrhu a posudku se vycházelo z únosnosti uvedené výrobcem vtažené k velikosti plošného zatížení na obvodový plášť. Stěnové panely byly navrženy pro dvě kombinace zatěžovacích stavů.

### Kombinace zatěžovacích stavů:

#### 1. kombinace

- ❖ maximální hodnota příčného větru - tlak:  $w_k = 0,626 \text{ kN/m}^2$

#### 2. kombinace

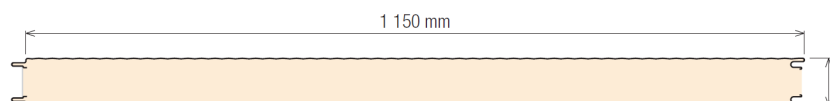
- ❖ maximální hodnota příčného větru - sání:  $w_k = - 0,968 \text{ kN/m}^2$

→ Pro návrh obvodového pláště je rozhodující kombinace zatížení číslo 2.

Byl navržen sendvičový panel **Kingspan KS1150 TF 40** (Tab.5.25).

**Tab. 5.25: Charakteristiky stěnového panelu KS1150 TF 40**

Systém	Prostý nosník
Skupina barev	I
Tabulková únosnost $f_k$ [ $\text{kN/m}^2$ ]	1
Maximální rozpon $L$ [m]	3,22



**Obr. 5.20: Stěnový panel KS1150 TF [23]**

Podrobné podklady od výrobce pro návrh stěnového panelu viz. příloha 3.

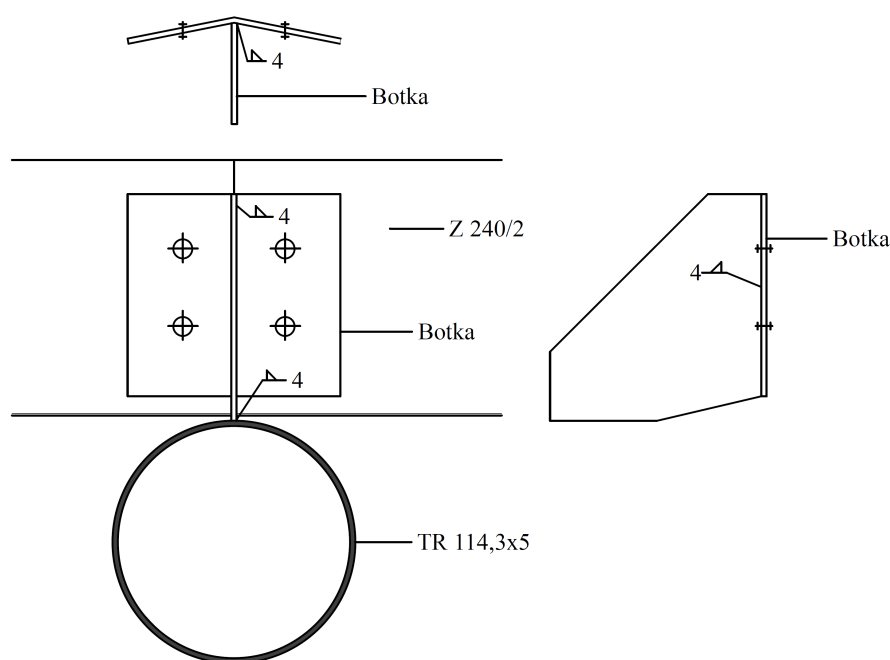
### Posouzení stěnového panelu:

$$w_{A,k} = - 0,968 \text{ kN/m}^2 < f_k = 1 \text{ kN/m}^2$$

**Stěnový panel vyhoví**

## 5.9 Tenkostěnná vaznice

Vaznice bude přenášet zatížení působící kolmo ke střešní rovině. Vaznice bude navržena jako tenkostěnná, působící jako prostý nosník. Vzhledem k malému sklonu střechy lze zanedbat rozklad zatížení do jednotlivých směrů. K upevnění vaznic, bude použita atypická boka, která je znázorněna na obr. 5.21. Připojení vaznice bude tedy pomocí kolmého a rovnoběžného plechu. Rovnoběžný plech bude ohýbaný po úhlem  $11,25^\circ$  a následně připevněn čtyřmi šrouby k vaznici. Vlastní připojení vaznic k vazníku je pomocí přivařeného plechu k hornímu pásu vazníku z trubek TR 114,3x5.

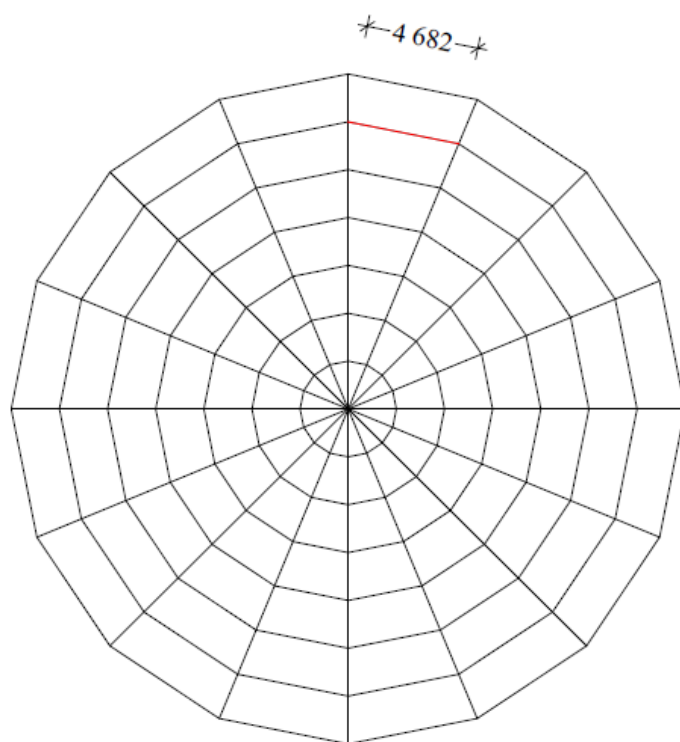


Obr. 5.21: Atypická botka

### 5.9.1 Vnitřní vaznice

Roznášecí šířka byla jednoduše uvažováno, jako půdorysná vzdálenost vaznic  $a = 2$  m. Zatížení větrem působící na vaznici bylo bráno, jako max. hodnota působící na střešní konstrukci. Vaznice je dlouhá 4,682 m. Tíha vaznice byla uvažována 6,61 kg/m. Na obr. 5.22 je znázorněna (červeně) vaznice, pro kterou byl proveden návrh i posouzení. Ve výpočtu kombinace zatížení-stálé+sníh, byla také uvažovaná možnost, že se na střeše, může vyskytnou tlak větru + 0,2 ( zóna I).





**Obr. 5.22: Rozložení vaznic**

**Zatížení:**

- ❖ Stálé zatížení:  $g_k = 0,22 \cdot 2 + 0,07 = 0,51 \text{ kN/m}$
- ❖ Zatížení sněhem:  $s_k = 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ kN/m}$
- ❖ Zatížení větrem (sání):  $w_k = - 0,977 \cdot 2 = - 1,96 \text{ kN/m}$

**Kombinace zatížení:**

- ❖ Stálé zatížení + Sníh + Vítr - tlak:

$$f_k = 0,51 + 1,6 + 0,314 = 2,43 \text{ kN/m}$$

$$f_{Ed} = 0,51 \cdot 1,35 + 1,6 \cdot 1,5 + 0,314 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 3,37 \text{ kN/m}$$

- ❖ Min. stálé zatížení + Vítr:  $f_k = (0,08 \cdot 2 + 0,07) - 1,96 = - 1,73 \text{ kN/m}$
- $f_{Ed} = 0,23 \cdot 1,35 - 1,96 \cdot 1,5 = - 2,48 \text{ kN/m}$

**Byla navržena tenkostěnná vaznice Z 240/2,0 - S.**

### Tabulková únosnost vaznice:

Podrobnější hodnoty tabulkových únosností navrženého profilu od výrobce *Kovové profily, spol. s.r.o.* jsou k dispozici v příloze 4.

❖ Tíhové zatížení:  $f_{Rd} = 4,74 \text{ kN/m}$   
 $f_{Rk} = 3,89 \text{ kN/m}$  (max. zatížení pro deformaci  $\delta = \frac{L}{200}$ )

❖ Zatížení sáním:  $f_{Rd} = - 2,73 \text{ kN/m}$

### Posouzení:

$$f_{Ed} = 3,37 \text{ kN/m} < f_{Rd} = 4,74 \text{ kN/m}$$

$$f_k = 2,43 \text{ kN/m} < f_{Rk} = 3,89 \text{ kN/m}$$

**Navržená vaznice vyhovuje pro první kombinaci zatížení.**

$$f_{Ed} = - 2,48 \text{ kN/m} < f_{Rd} = - 2,73 \text{ kN/m}$$

**Navržená vaznice vyhovuje pro druhou kombinaci zatížení.**

### 5.9.2 Okapová vaznice

Byla navržená tenkostěnná vaznice **Z 240/2,5 - S**. Podrobné podklady od výrobce *Kovové profily, spol. s.r.o.* pro návrh tenkostěnné vaznice viz. příloha 4. Posouzení okapové vaznice nebylo provedeno, protože krajní vaznice je méně zatížená, než vaznice vnitřní, a tedy vyhoví na dané kombinace zatížení. Okapová vaznice je dlouhá 5,463 m.

## 5.10 Paždíky

Navržený paždík byl uvažován jako prostý nosník o délce  $L = 5,463$  m. Zatěžovací šířka byla uvažována jako vzdálenost paždíků  $b = 1,5$  m. Při návrhu paždíku byly uvažovány dvě kombinace zatížení. Paždíky jsou navrženy pomocí tabulek výrobce *Kovové profily, spol. s.r.o.*

### Zatížení

#### 1. Stálé:

❖ Obvodový plášť:	$g_{1k} = 0,1 \cdot 2,0$	$= 0,21 \text{ kN/m}$
❖ Vlastní tíha paždíku	$g_{2k}$	$= 0,08 \text{ kN/m}$
	$q_k$	$= 0,29 \text{ kN/m}$

#### 2. Vítr:

❖ Max. sání větru působící na povrch stěn:		
	$w_k = -1,5 \cdot 1,5$	$= - 2,25 \text{ kN/m}$

### Kombinace zatížení:

#### ❖ Stálé zatížení:

$f_k = 0,1 \cdot 2 + 0,08$	$= 0,29 \text{ kN/m}$
$f_{Ed} = 0,29 \cdot 1,35$	$= 0,392 \text{ kN/m}$

#### ❖ Stálé + Vítr (Sání):

$f_k = 0,29 - 2,25$	$= - 1,96 \text{ kN/m}$
$f_{Ed} = 0,29 \cdot 1,35 - 2,25 \cdot 1,5$	$= - 2,79 \text{ kN/m}$

**Byla navržen paždík C 240/2,5 - S.**

### Tabulková únosnost vaznice:

Podobnější hodnoty tabulkových únosností navrženého profilu jsou k dispozici v příloze 4.

#### 1. Tíhové zatížení:

$$\text{Maximální zatížení pro deformaci } \delta = \frac{L}{200} : \quad q_{Rk} = 3,70 \text{ kN/m}$$

$$\text{Návrhová únosnost:} \quad q_{Rd} = 5,50 \text{ kN/m}$$

#### 2. Zatížení sáním:

$$\text{Návrhová únosnost:} \quad q_{Rd} = - 2,01 \text{ kN/m}$$

**Posouzení:**

$$q_{Rk} = 3,70 \text{ kN/m} > q_k = 0,29 \text{ kN/m}$$
$$q_{Rd} = 5,50 \text{ kN/m} > q_{Ed} = 0,392 \text{ kN/m}$$

**Navržený paždík vyhovuje pro první kombinaci zatížení.**

$$q_{Rk} = - 2,01 \text{ kN/m} > q_k = - 1,96 \text{ kN/m}$$

**Navržený paždík vyhovuje pro druhou kombinaci zatížení.**

## 6 Návrh hlavní nosné soustavy kruhové jízďárny - model 2D

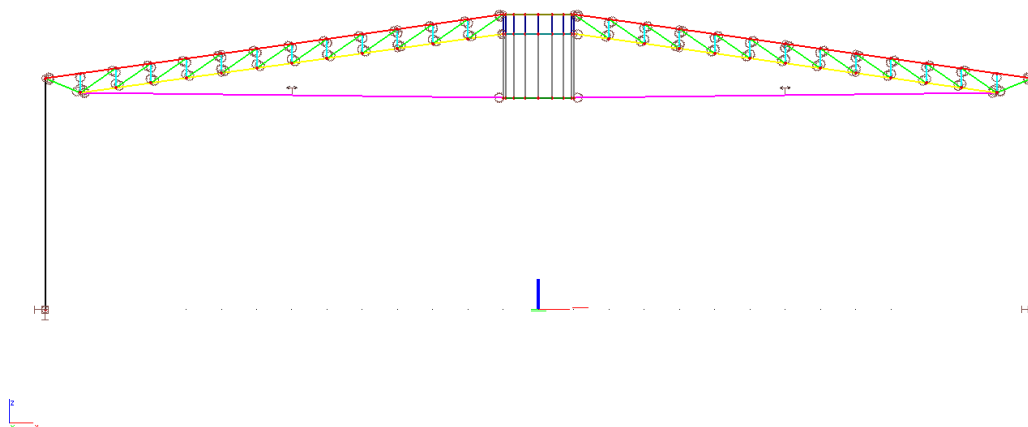
Předmětem statického návrhu a posouzení je hlavní nosná soustava kruhové jízďárny, která se skládá ze sloupů, trubkového příhradového nosníku a táhla.

Pro předběžný návrh je využito rovinného výpočetního modelu (2D). Základní statické schéma konstrukce je zobrazeno na obr. 6.1. U modelování a analýzy konstrukce se přistoupilo následujícímu postupu. Pro zohlednění globální analýzy a návrhu dílčích částí konstrukce se nejprve provedl lineární výpočet pro vytvořené kombinace v souladu EN MSÚ (STR/GEO ) soubor B a NAD. Výpočetní model zahrnuje celkově šest zatěžovacích stavů v tab. 6.1 ve třech skupinách zatížení SZ-stále zatížení, SZ-sníh a SZ3-vítr. Zatěžovací stavy jsou zobrazeny na obr. 6.3. Celkově bylo vytvořeno 41 kombinací (CO2 až CO42), kdy pro návrh jsou rozhodující uvedeny v tab. 6.2. Z vytvořených kombinací se vybrali rozhodující, které se využily následně k tvorbě nelineárních kombinací v tab. 6.3 a k tvorbě stabilitních kombinací v tab. 6.4. Celkem bylo určeno 5 rozhodujících kombinací.

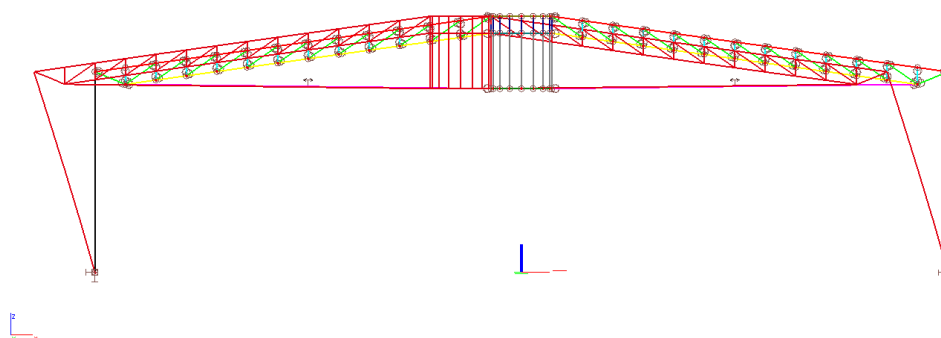
U nelineárních kombinací se provedlo zohlednění globální analýzy zavedením imperfektního stavu ze zatěžovacího stavu LC1 (vlastní hmotnost) s parametrem  $1/f = 200$ . Pro návrh se následně našly rozhodující vnitřní síly. Dílčí výsledky ze statické analýzy jsou uvedeny v tab. 6.5 a tab. 6.6 a jsou znázorněny na obr. 6.4. Ze stabilitního nelineárního výpočtu vyšel první vlastní tvar s hodnotou 3,4, kdy došlo k vybočení sloupu. Rozhodující kombinací pro stabilitní výpočet byla kombinace  $S3=ZS1*1,15+ZS*1,15+ZS3*1,5$ . Grafický výstup je na obr. 6.2.

V případě příhradového vazníku se jednalo o části: horní pás, dolní pás, diagonály, svislice a táhlo. U všech uvedených prvků byl rozhodující posudek na vzpěrný tlak (s výjimkou táhla) podle odstavce 6.3 a rovnice (6.46). U uvedených prvků bylo nutné ověřit posudek na tah podle odstavce 6.2.3 a rovnice (6.5). Tyto posudky s ohledem na vzpěrný tlak nejsou rozhodující. U posudku na vzpěrný tlak se vycházelo pro určení vzpěrných délek u horního pásu v délce 1,01 m pro  $k_{yy}$  (v rovině příhradového nosníku) a 2,02 m  $k_{zz}$  (v kolmé na příhradový nosník). Jedná se o systémové délky. Předpokládá se také, že střešní vaznice mají dostatečnou tuhost a mají stabilizační účinek pro  $k_{zz}$ . Pro případ dolního pásu je to 1,01 m pro  $k_{yy}$  (v rovině příhradového nosníku) a 5 m  $k_{zz}$  (v kolmé na příhradový nosník). U dolního pásu působí stabilizačním účinkem pouze ztužující příhradová konstrukce po 5 m. U prvků šikmé diagonály a stojky příhradového nosníku jsou vzpěrné délky brány jako systémové. Prvky příhradového nosníku jsou navrženy z trubek. Použitý materiál je válcovaná ocel třídy S 355 J0. Použitá vzpěrná křivka je  $a$  a součinitel imperfekce  $\alpha$  je 0,21.

Pro sloup je nutné provést jednotkový posudek podle odstavce 6.3.3 a rovnic (6.61) nebo (6.62). Výsledný jednotkový posudek je 0,68 pro kombinaci NC3 a rovnici (6.62). Návrh táhla je proveden podle odstavce 6.2.3 a rovnice (6.5).



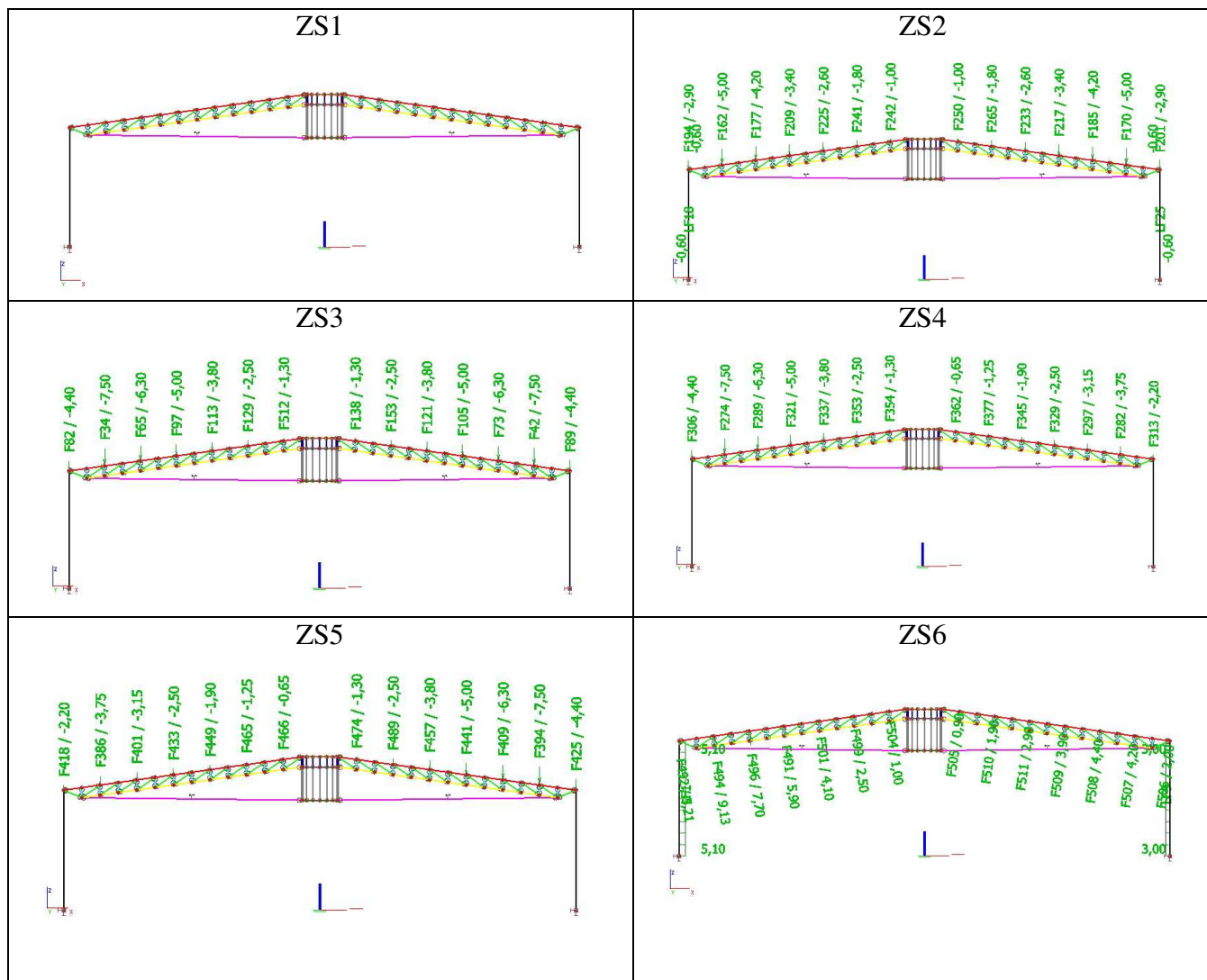
**Obr. 6.1: Statické schéma**



**Obr. 6.2: První vlastní tvar 3,4**

**Tab. 6.1: Zatěžovací stavy**

Zatěžovací stav	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	SZ1	Vlastní tíha
ZS2	Stálé_ostatní	Stálé	SZ1	Standard
ZS3	Sníh	Stálé	SZ2	Statické
ZS4	Sníh- navátý vlevo	Proměnné	SZ2	Statické
ZS5	Sníh- navátý vpravo	Proměnné	SZ2	Statické
ZS6	Vítr	Proměnné	SZ2	Statické



Obr. 6.3: Zatěžovací stavy

Tab. 6.2: Lineární kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO2	Lineární - únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
CO4		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
CO20		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
CO21		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	1,5
CO39		ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	1,5

**Tab. 6.3: Nelineární kombinace**

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
NC1	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
NC2		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
NC3		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
NC4		ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	1,5
NC5		ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	1,5

**Tab. 6.4: Kombinace - stabilita**

Jméno	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
S1	ZS1	1,35
	ZS2	1,35
S2	ZS1	1,15
	ZS2	1,15
S3	ZS1	1,15
	ZS2	1,15
	ZS3	1,5
S4	ZS1	1,15
	ZS2	1,15
	ZS4	1,5
S5	ZS1	1
	ZS2	1
	ZS6	1,5

**Tab. 6.5: Rozhodující vnitřní síly pro sloup - HE 300 A**

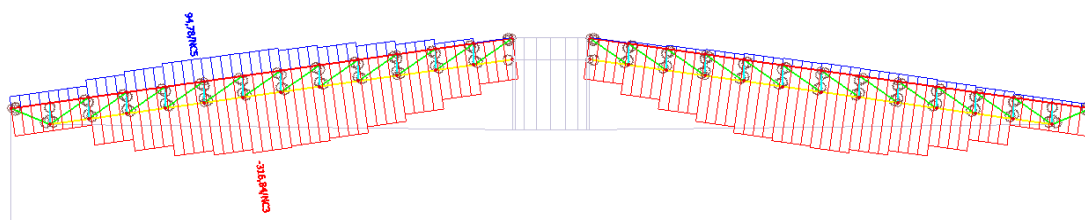
Ozn. prvku	Vzdálenost $d_x$	Stav	$N$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$M_x$ [kNm]	$V_z$ [kN]	$V_y$ [kN]
B86	0	NC3	<b>-90,4</b>	4,11	<b>3,06</b>	0,06	<b>-3,22</b>	<b>-2,25</b>
B554	0	NC3	<b>-90,4</b>	4,02	-2,94	-0,03	-3,21	2,19
B86	4,094	NC3	-83,48	-4,76	-1,81	0,06	-1,09	-0,12
B554	4,094	NC3	-83,48	-4,78	1,7	-0,03	-1,07	0,06
B86	5,731	NC3	-80,71	<b>-5,83</b>	-1,28	0,06	-0,22	0,75
B554	5,731	NC3	-80,71	<b>-5,83</b>	1,09	-0,03	-0,2	-0,8
B86	6,55	NC3	-79,33	<b>-5,83</b>	-0,49	0,06	0,22	1,18
B554	6,55	NC3	-79,33	-5,82	0,25	-0,03	0,23	-1,23



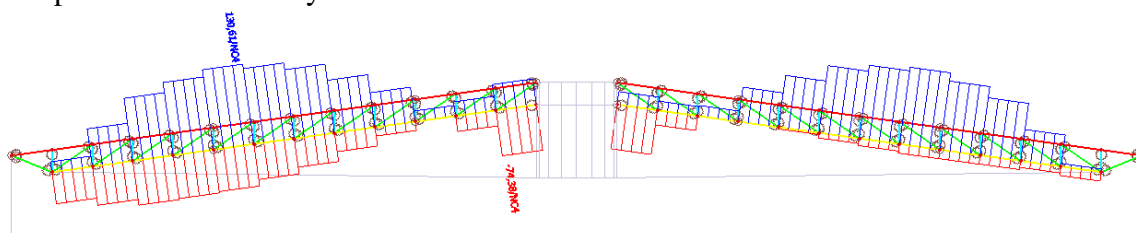
**Tab. 6.6: Rozhodující vnitřní síly pro příhradový nosník**

Ozn. prvku	Prvek	Profil	Vzdálenost $d_x$	Stav	$N$ [kN]
B64	Horní pás	CS12 - CFCHS 114,3x 5	0	NC3	<b>-316,84</b>
B62			1,01	NC5	<b>94,78</b>
B1102	Dolní pás	CS9 - CFCHS 76,1 x 4	0	NC4	<b>-74,38</b>
B77			1,01	NC4	<b>130,61</b>
B44	Diagonála	CS13 - CFCHS 60,3 x 4	1,215	NC3	<b>-96,91</b>
B513			0,541	NC3	<b>123,82</b>
B13	Svislice	CS1 - CFCHS 33,7 x 3,2	0	NC4	<b>-26,3</b>
B3			0,55	NC3	<b>25,42</b>
B557	Táhlo	RD30	0	NC3	<b>188,84</b>

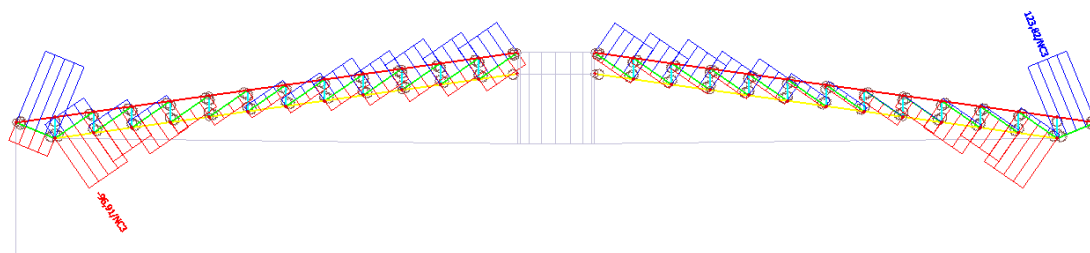
Horní pás - Normálové síly



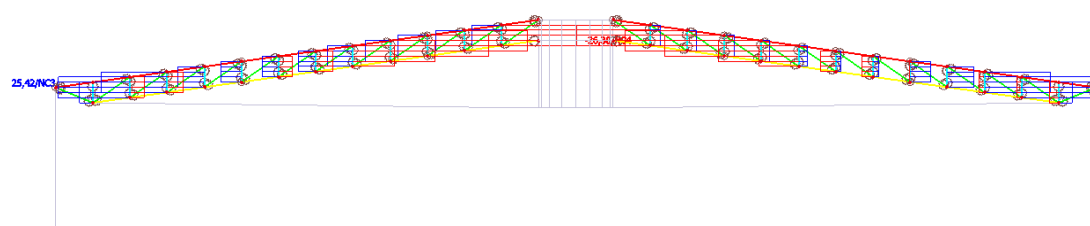
Dolní pás - Normálové síly



Diagonály - Normálové síly



Svislice - Normálové síly



**Obr. 6.4: Normálové síly na jednotlivých prvcích příhradového vazníku**

Výsledný návrh a posudek jednotlivých částí příhradového nosníku je uveden v tab. 6.7.

**Tab. 6.7: Návrh a posudek prvků příhradového nosníku**

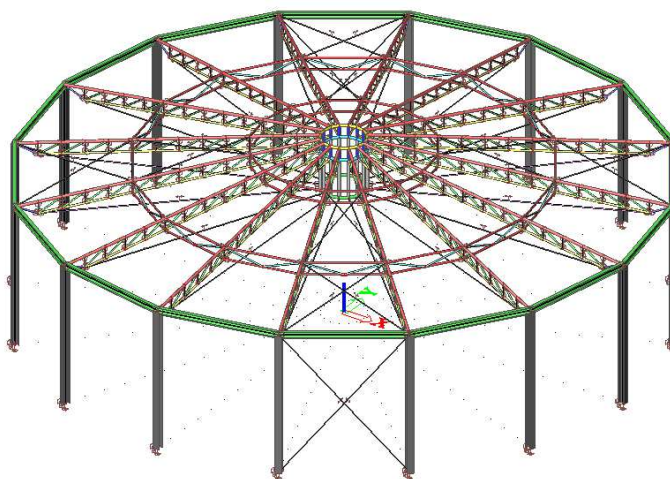
<b>Prvek</b>	<b>horní pás</b>	<b>dolní pás</b>	<b>diagonála</b>	<b>táhlo</b>
<b>Kombinace</b>	NC3	NC4	NC3	NC3
$N_{Ed}$	-316,8	-74,38	-96,91	188,84
<b>Druh posudku</b>	vzpěrný tlak	vzpěrný tlak	vzpěrný tlak	tah
<b>Profil</b>	114,3 x 5	76,1 x 4	60,3 x 4	RD30
$N_{Rd}$	521,39	75,42	166,72	252,3
<b>Jednotkový posudek</b>	0,61	0,99	0,58	0,75
<b>Rovnice - norma</b>	6.46	6.46	6.46	6.5
<b>Posudek</b>	<b>Vyhovuje</b>	<b>Vyhovuje</b>	<b>Vyhovuje</b>	<b>Vyhovuje</b>

Svislice příhradového vazníku byly navrženy s ohledem na konstrukční řešení vazníku a zajištění dostatečné tuhosti celé konstrukce. Využitelnost průřezu je min. 10 % a max. 40 %.

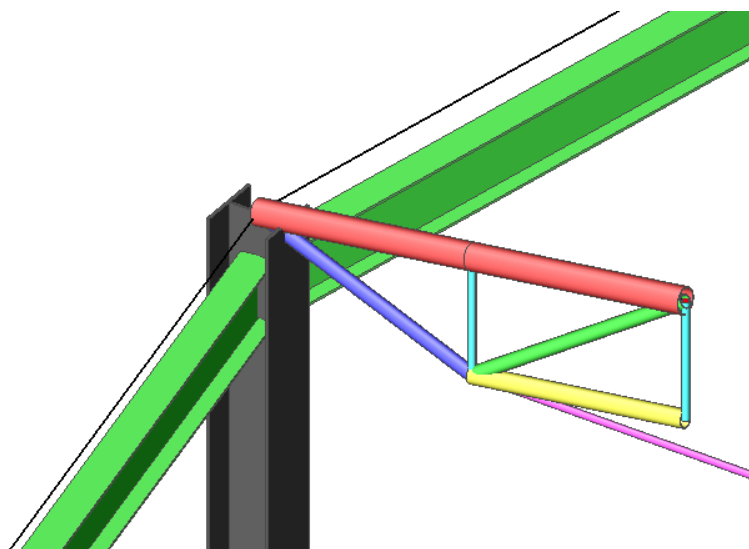
## 7 Návrh hlavní nosné soustavy kruhové jízďárny - model 3D

Na základě zpracovaného předběžného návrhu a rovinného výpočetního modelu 2D se vytvořil prostorový výpočetní model kruhové jízďárny. Cílem prostorového výpočetního modelu je výsledný návrh a posudek konstrukčních částí, kde se zejména zohlední tuhosti jednotlivých prvků a prostorové spolupůsobení a navrhne se ztužující systém. Hlavní nosnou soustavu kruhové jízďárny je možné rozdělit na příhradový vazník, sloup, táhlo, příčná ztužidla pro příhradový vazník, středový kruhový prstenec, vnější okapová vaznice, ztužidla v rovině střechy a ztužidla v rovině stěnového pláště.

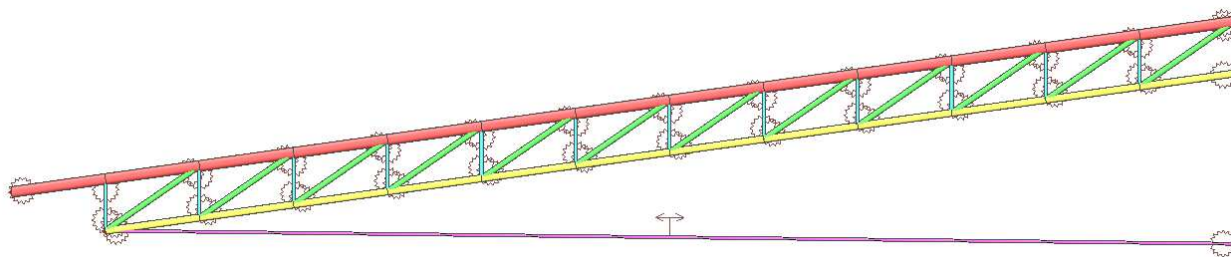
Výsledný prostorový výpočetní model je zobrazen na obr. 7.1. Vybrané detaily a části kruhové jízďárny jsou patrné na obr. 7.2 až obr. 7.5. U výpočetního modelu se využilo také zatěžovacích panelů pro tvorbu zatížení.



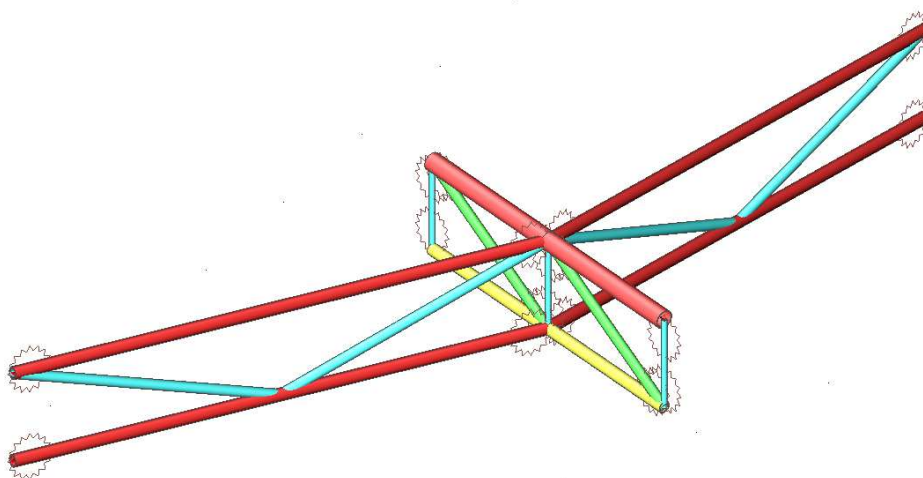
Obr. 7.1: Prostorový výpočetní model



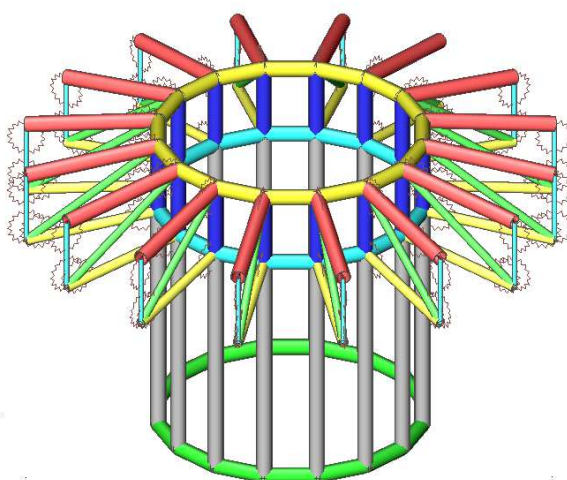
Obr. 7.2: Prostorový výpočetní model - uložení příhradového vazníku na sloup



**Obr. 7.3: Prostorový výpočetní model - příhradový vazník**



**Obr. 7.4: Prostorový výpočetní model - příčný ztužující systém**



**Obr. 7.5: Prostorový výpočetní model - výztužný prstenec**

### 7.1.1 Mezní stav únosnosti

U modelování a analýzy konstrukce se postupovalo podobně jako u rovinného výpočetního modelu. Pro zohlednění globální analýzy a návrhu dílčích částí konstrukce se nejprve provedl lineární výpočet pro vytvořené kombinace v souladu s EN MSÚ (STR/GEO ) soubor B a NAD. Výpočetní model zahrnuje celkově šest zatěžovacích stavů v tab. 7.1 ve třech skupinách zatížení SZ1-stále zatížení, SZ2-sníh a SZ3-vítr uvedených v tab. 7.2. Celkově bylo vytvořeno 41 kombinací (CO2 až CO42), které jsou uvedeny v tab. 7.3 až tab. 7.5. Z vytvořených kombinací se vybrali rozhodující které se využily následně k tvorbě nelineárních kombinací v tab. 7.6 a stabilitní kombinací v tab. 7.7. Celkem bylo 7 rozhodujících kombinací.

U nelineárních kombinací se provedlo zohlednění globální analýzy dle odstavce 5.2 zavedením imperfektního stavu ze zatěžovacího stavu LC1 (vlastní hmotnost) s parametrem  $1/f = 200$ . Pro návrh a posudek prvků se následně našli rozhodující vnitřní síly. Dílčí výsledky ze statické analýzy a rozhodující vnitřní síly pro návrh konstrukce uvádí tab. 7.9, a tab. 7.10.

Ze stabilitního výpočtu vyšel první vlastní tvar s číslem 2,03, kdy vybočí sloup. Grafický výstup je na obr. 7.6. Dále byl proveden rovněž výpočet nelineární stability, kdy první vlastní číslo se zmenšilo na 1,6. Grafický výstup je na obr. 7.7. S ohledem na stabilitu je konstrukci tedy možné považovat za vyhovující. Pro stabilitu celé konstrukce má podstatný vliv ztužujících prvků. U těchto prvků se samotný návrh musel opakovaně provádět a optimalizován. Kritickým prvek konstrukce z hlediska stability je vnitřní ztužující příhradový systém.

V případě návrhu příhradového vazníku je možné ho opět rozdělit na horní pás, dolní pás, diagonály, svislice a táhlo. U všech uvedených prvků je rozhoduji posudek na vzpěrný tlak (s výjimkou táhla) dle odstavce 6.3. U prvků bylo nutné ověřit prvky na tah dle odstavce 6.2.3. Tyto posudky však s ohledem na vzpěrný tlak nejsou rozhodující. U posudku na vzpěrný tlak se vycházelo pro určení vzpěrných délek u horního pásu v délce 1,01 m pro  $k_{yy}$  (v rovině příhradového nosníku) a 2,02 m  $k_{zz}$  (v kolmé na příhradový nosník). Jedná se o systémové délky. Předpokládá se také s ohledem na konstrukční řešení střešního pláště, že střešní vaznice mají dostatečnou tuhost a mají stabilizační účinek pro  $k_{zz}$ . Pro případ dolního pásu je to 1,01 m pro  $k_{yy}$  (v rovině příhradového nosníku) a 5 m  $k_{zz}$  (v kolmé na příhradový nosník). U dolního pásu působí stabilizačním účinkem pouze ztužující příhradová konstrukce po 5 m. Ve výpočetním modelu je horní a dolní trubka modelována jako průběžná. Kloubové připojení je na začátku a konci příhradového nosníku. U prvků diagonál a svislic příhradového vazníku byly vzpěrné délky rovny systémovým délkám. Předpokládá se také oboustranné kloubové uložení ve výpočetním modelu. Klouby jsou patrné na obr. 7.3. Pro sloup je nutné provést jednotkový posudek dle odstavce 6.3.3 a rovnic (6.61) nebo (6.62) jedná se kombinaci namáhání. V případě sloupů se uvažuje pro tužší rovinu vzpěrná délka se součinitelem  $k_{yy}=3,86$ . Pro měkkou osu (v rovině střešního pláště) je pro vzpěr a klopení uvažováno  $k_{zz}=1$ . Spolupůsobení obvodového pláště se neuvažuje, zanedbává se, toto je na stranu bezpečnou. Dále je s ohledem prostorovou tuhost a montáž haly použito obvodového prvku z profilu IPE 300. Tento prvek je na sloup připojen kloubově. Toto je ve výpočetním modelu respektováno a využito také prutu na excentricitě. Prvek je možné vidět na obr. 7.2.

**Tab. 7.1: Zatěžovací stavy**

Zatěžovací stav	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	SZ1	Vlastní tíha
ZS2	Stálé_ostatní	Stálé	SZ1	Standard
ZS3	Sníh	Stálé	SZ2	Statické
ZS4	Sníh - navátý vlevo	Proměnné	SZ2	Statické
ZS5	Sníh - navátý vpravo	Proměnné	SZ2	Statické
ZS6	Vítr	Proměnné	SZ2	Statické

**Tab. 7.2: Skupiny zatížení**

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé	-	-
SZ2	Proměnné	Výběrová	Sníh
SZ3	Proměnné	Výběrová	Vítr

**Tab. 7.3: Kombinace - lineární**

Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO2	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
CO3	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
CO4	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
CO5	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS3	0,75
CO6	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS4	0,75
CO7	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS5	0,75
CO8	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS6	0,9
CO9	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS3	0,75
		ZS6	0,9

**Tab. 7.4: Kombinace - lineární - pokračování**

Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO10	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS4	0,75
		ZS6	0,9
CO11	Únosnost	ZS1	1,35
		ZS2	1,35
		ZS5	0,75
		ZS6	0,9
CO12	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS3	0,75
CO13	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS4	0,75
CO14	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS5	0,75
CO15	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	0,9
CO16	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS3	0,75
		ZS6	0,9
CO17	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS4	0,75
		ZS6	0,9
CO18	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS5	0,75
		ZS6	0,9
CO19	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS6	0,9
CO20	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5

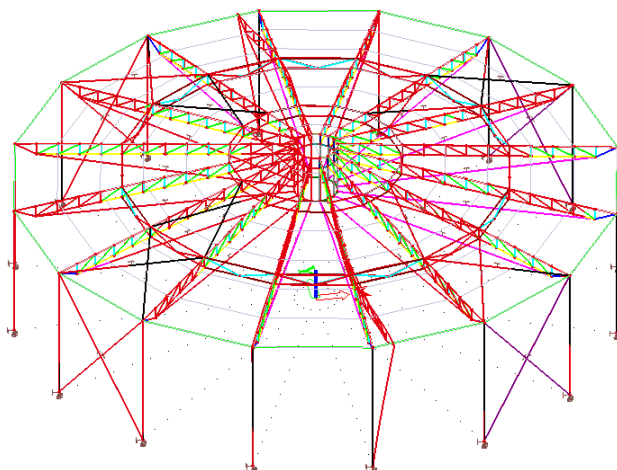
**Tab. 7.5: Kombinace - lineární - pokračování**

Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO21	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	1,5
CO22	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
CO23	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
		ZS6	0,9
CO24	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	1,5
		ZS6	0,9
CO25	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
		ZS6	0,9
CO26	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS3	1,5
CO27	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS4	1,5
CO28	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS5	1,5
CO29	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS3	1,5
		ZS6	0,9
CO30	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS4	1,5
		ZS6	0,9
CO31	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS5	1,5
		ZS6	0,9



**Tab. 7.6: Kombinace - lineární - pokračování**

Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO32	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	0,75
CO33	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	0,75
CO34	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	0,75
CO35	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS6	1,5
CO36	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	0,75
		ZS6	1,5
CO37	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS4	0,75
		ZS6	1,5
CO38	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	0,75
		ZS6	1,5
CO39	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	1,5
CO40	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS3	0,75
		ZS6	1,5
CO41	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS4	0,75
		ZS6	1,5
CO42	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS5	0,75
		ZS6	1,5



**Obr. 7.6: Prostorový výpočetní model - první vlastní tvar s číslem 2,03**

**Tab. 7.7: Kombinace - nelineární**

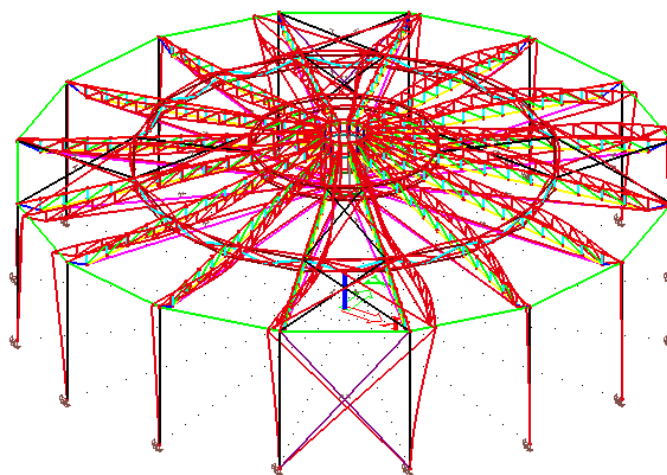
Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
NC1	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
NC2	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
NC3	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
		ZS6	0,9
NC4	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
		ZS6	0,9
NC5	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	1,5
NC6	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	0,75
		ZS6	1,5
NC7	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	0,75
		ZS6	1,5

**Tab. 7.8: Kombinace - stabilitní**

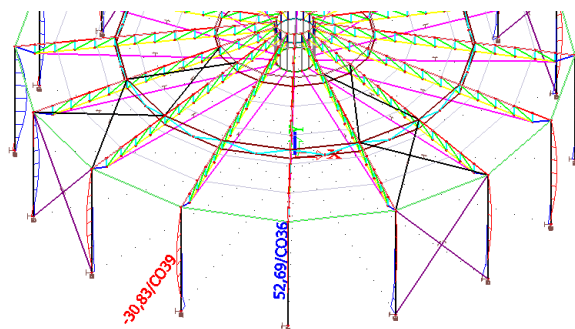
Název	Typ	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
S1	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
S2	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
S3	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5
		ZS6	0,9
S4	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS5	1,5
		ZS6	0,9
S5	Únosnost	ZS1	1
		ZS2	1
		ZS6	1,5
S6	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	0,75
		ZS6	1,5
S7	Únosnost	ZS1	1,15
		ZS2	1,15
		ZS3	1,5

**Tab. 7.9: Rozhodující vnitřní síly pro NC - sloup**

Prvek	Profil	Kombinace	$N$	$M_y$
B438	CS3 - HEA300	NC3	-95,05	73,08
B844	CS3 - HEA300	NC6	-59,74	-68,29
B438	CS3 - HEA300	NC6	-76,34	101,38



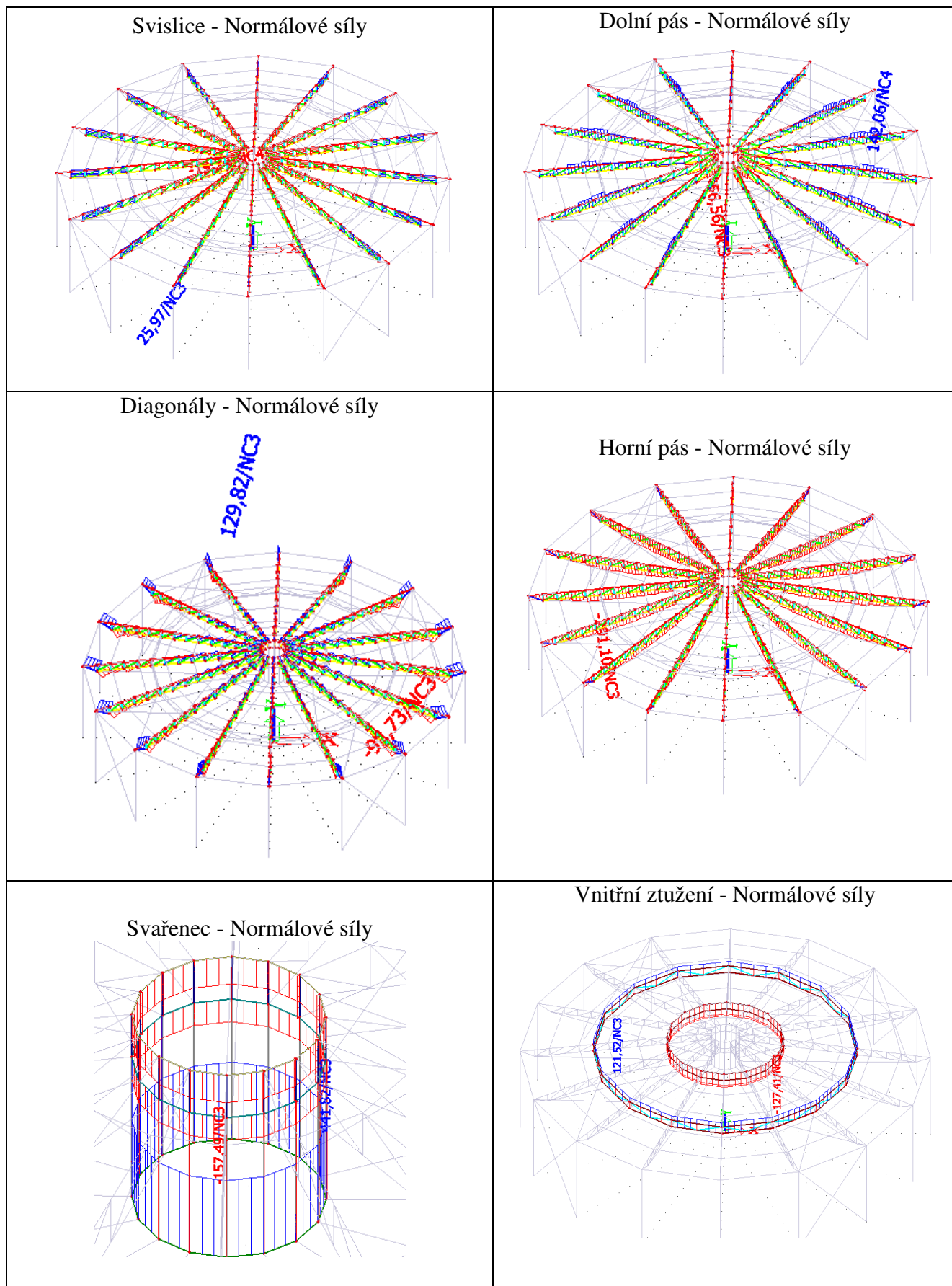
**Obr. 7.7: Prostorový výpočetní model - nelineární stabilita - první vlastní tvar s hodnotou 1,6**



**Obr. 7.8: Vnitřní síly pro návrh s kombinacemi CO - ohybové momenty  $M_y$**

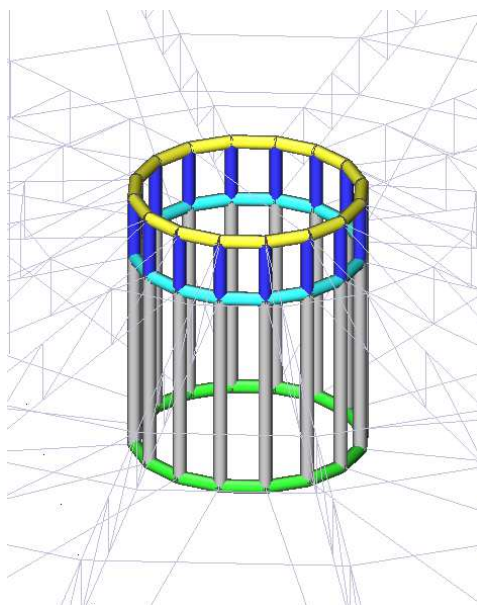
**Tab. 7.10: Rozhodující vnitřní síly NC - příhradový vazník a ztužidlo - normálové síly**

Označení prvku	Profil	Prvek	Kombinace	$N_{ed}$ [kN]
B569	CS19 - CFCHS33,7X3,2	Svislice	NC4	-19,24
B211	CS19 - CFCHS33,7X3,2	Svislice	NC3	25,97
B1014	CS18 - CFCHS114.3X5	Prstenec	NC3	-157,49
B985	CS18 - CFCHS114.3X5	Prstenec	NC3	441,82
B752	CS1 - CFCHS60,3x4	Diagonála	NC3	-91,73
B803	CS1 - CFCHS60,3x4	Diagonála	NC3	129,82
B62	CS11 - CFCHS114.3X5	Horní pás	NC3	-291,10
B84	CS12 - CFCHS76.1X4	Dolní pás	NC3	-56,56
B544	CS12 - CFCHS76.1X4	Dolní pás	NC4	124,06
B1056	CS14 - CFCHS76.1X5	Ztužení	NC3	-127,41
B1106	CS14 - CFCHS76.1X5	Ztužení	NC3	121,52



Obr. 7.9: Vnitřní normálové síly - 3D model

Pro ilustraci jsou uvedeny výsledné vnitřní síly pro kombinaci CO na obr. 7.8 a NC v tab. 7.9. Podobně jsou výsledky zobrazeny také pro prvky z trubek v tab. 7.10. Výsledný návrh a posudek konstrukčních prvků kruhové haly je zohledňuje prostorový výpočetní model a nelineární výpočet. Pro konstrukci kruhové haly je důležitý prstenec uprostřed haly, který je zobrazen schematicky na obr. 7.10. Vnitřní prstenec je tvořen trubkovým profilem CS18 - CFCHS114.3x5. Posudek prstence je uveden v tab. 7.11.



**Obr. 7.10: Vnitřní prstenec**

S ohledem na to je pro jednotlivé konstrukční části proveden jednotkový posudek, pevnostní posudek a stabilitní posudek. Jednotlivé výsledné návrhy a posudky uvádí pro trubky tab. 7.11 a sloup tab. 7.12. V případě posudku sloupu bylo nutné také zohlednit případ, kdy bude působit na sloup zatížení od tribuny. V tomto případě je výsledný jednotkový posudek pro sloup a nejhorší kombinaci 0,92. Ztužující obvodový prvek z profilu IPE300 je navržen především s ohledem na prostorovou tuhost a montáž konstrukce. Jednotkový posudek je 0,28 pro nejhorší kombinaci NC3. Táhlo je navrženo a posouzeno v kap. 8.

**Tab. 7.11: Návrh a posudek pro NC - příhradový vazník a ztužidlo**

Ozn. prvku	Profil	Prvek	Mat.	Komb.	Jed. pos.	Pevnost	Stab. posudek
B268	CFCHS33,7X3,2	Svislice	S 355	NC3	0,44	0,37	0,44
B985	CFCHS114.3X5	Prstenec	S 355	NC3	0,73	0,73	0,68
B810	CFCHS60,3x4	Diagonála	S 355	NC3	0,68	0,37	0,68
B299	CFCHS114.3X5	Horní pás	S 355	NC3	0,91	0,45	0,91
B84	CFCHS76.1X4	Dolní pás	S 355	NC3	0,88	0,18	0,88

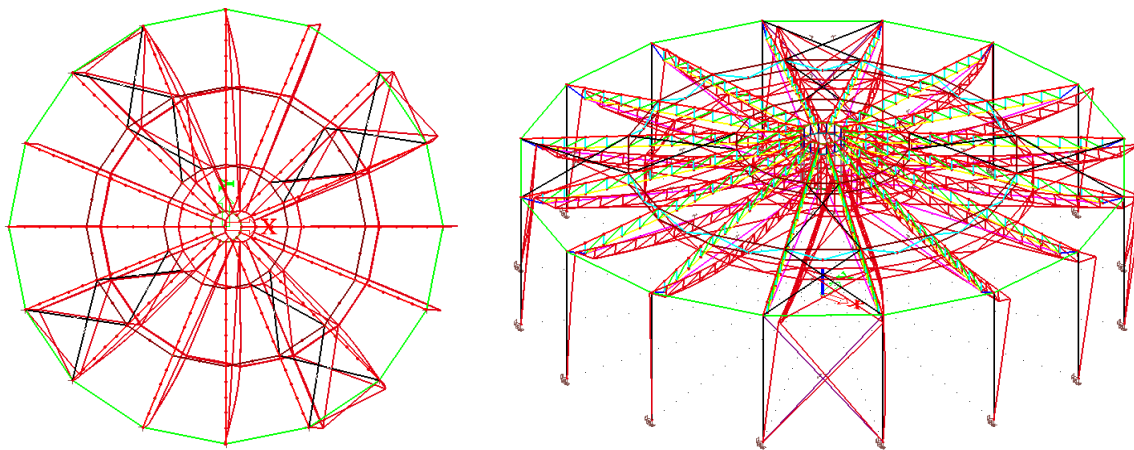
**Tab. 7.12: Návrh a posudek pro NC - sloup**

Ozn. prvku	Profil	Prvek	Mat.	Komb.	Jed. pos..	Pevnost	Stab. posudek
B438	HEA300	sloup	S 355	NC6	0,68	0,68	0,65

**Navržené konstrukční prvky haly vyhovují pro mezní stav únosnosti.**

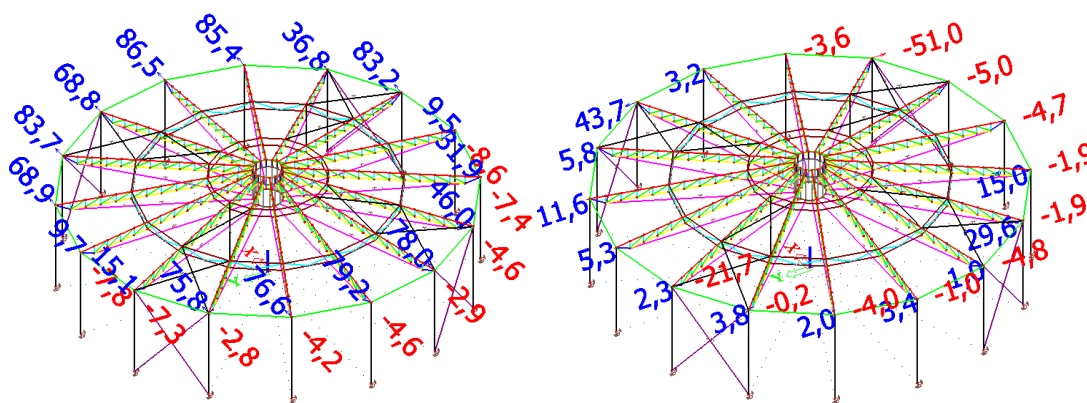
### 7.1.2 Mezní stav použitelnosti

Následně byl proveden také výpočet pro mezní stav použitelnosti. Pro uvedený typ konstrukce je maximální dovolený svislý průhyb  $1/250$  rozpětí konstrukce, tzn. max. průhyb je  $1/250 \cdot 28000 = 112$  mm.



**Obr. 7.11: Deformovaná konstrukce - NC3**

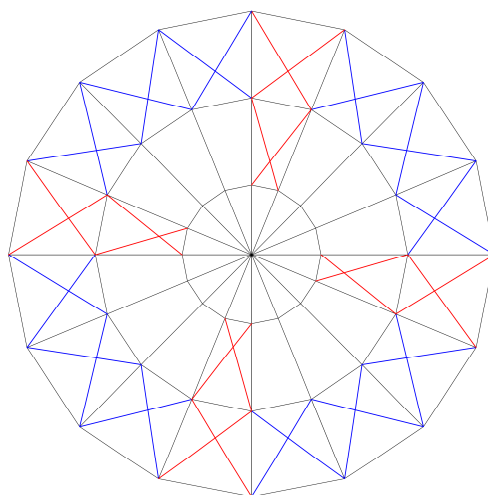
Maximální svislý průhyb pro nelineární kombinace  $NC3=ZS1*1+ZS2*1+ZS3*1+ZS6*1$  je 82,8 mm. Deformace konstrukce pro kombinaci NC3 je znázorněna na obr. 7.11.



**Obr. 7.12: Deformace bez přídavného ztužení-Vlevo deformace  $u_x$ , vpravo-deformace  $u_y$**

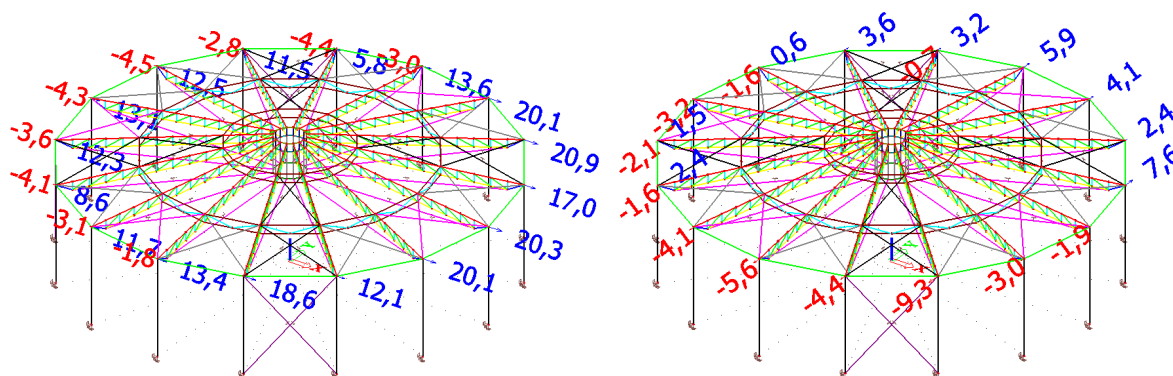
Pro vodorovný posun je stanovený limit  $1/150$  výšky sloupu, tzn. max. vodorovná deformace konstrukce je  $1/150 \cdot 6550 = 43,7$  mm. Protože deformace konstrukce byla příliš velká, dosahovala hodnoty 87 mm (Obr. 7.12), bylo nutné navrhnout opatření. Byla navržena další ztužení ve střešní rovině a to po obvodu konstrukce (Obr. 7.13). Modře jsou zakresleny ztužení, které byly navrženy s ohledem na mezní stav použitelnosti.





**Obr. 7.13: Ztužení ve střešní rovině**

Ztužení byla navržena z táhel Ø 20 mm a to pouze konstrukčně, jelikož tahové síly jsou dominantní v rovině stěny. Ve střešním ztužení jsou tyto síly velmi malé a proto ztužení je navrženo s ohledem na mezní stav použitelnosti.



**Obr. 7.14: Deformace s přidavným ztužením-Vlevo deformace  $u_x$ , vpravo-deformace  $u_y$**

Maximální vodorovná deformace vypočtena programem Scia Engineer 16 byla 20,9 mm (Obr. 7.14).

#### Posouzení:

- svislý průhyb:

$$\delta = 82,8 \text{ mm} < \delta_{lim} = 112 \text{ mm}$$

**Konstrukce vyhovuje na svislý průhyb**

- vodorovná deformace:

$$\delta = 20,9 \text{ mm} < \delta_{lim} = 43,7 \text{ mm}$$

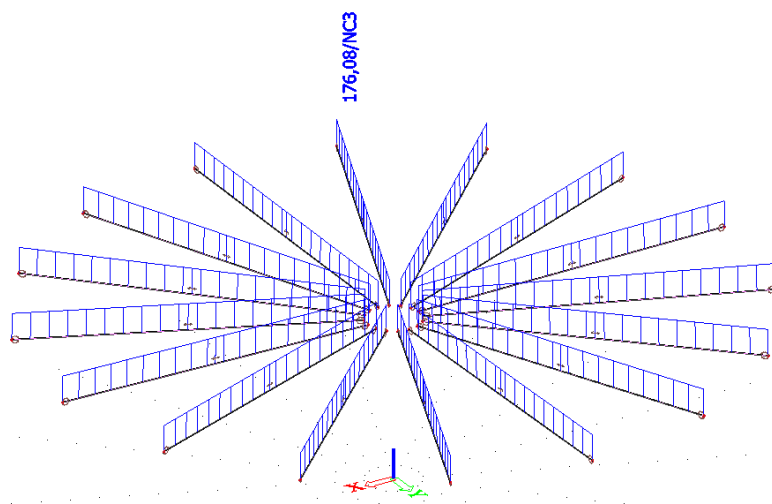
**Konstrukce vyhovuje na vodorovné deformace.**

**Konstrukce splňuje podmínky mezního stavu použitelnosti.**



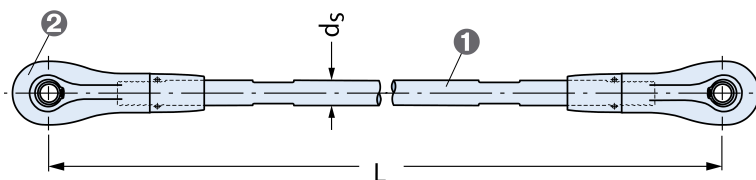
## 8 Táhlo

Táhlo bylo navrženo pomocí tabulek výrobce HALFEN [23], které jsou uvedeny v příloze 5. Táhlo je délky 12,0 m a je namáhané tahovou normálovou silou o velikosti 176,08 kN (Obr. 8.1). Rozhodující kombinací pro návrh táhla byla nelineární kombinace  $NC3=ZS1*1,15+ZS2*1,15+ZS3*1,5+ZS6*0,9$ . Táhlo bylo navrženo pomocí systému táhel DETAN - S 460.



Obr. 8.1: Táhlo - normálové síly

Táhlo bylo navrženo  $\varnothing 30$  mm. Nebylo nutné rozdělení celkové délky táhla na jednotlivé části, při použití spojek. Maximální možná délka tohoto táhla je 12,140 m. Táhlo je osazenou pomocí vidlice (Obr. 8.2).



Obr. 8.2: Táhlo DETAN [24]

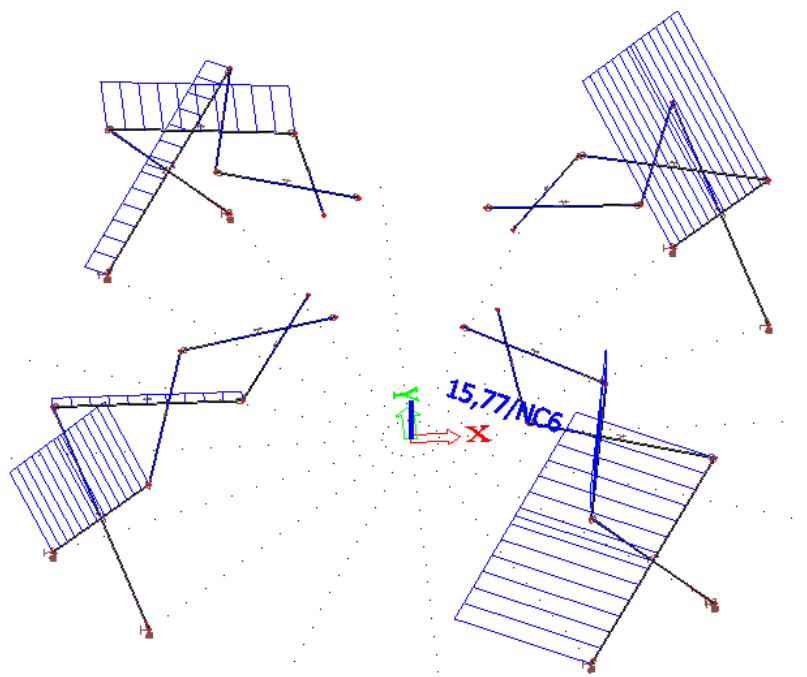
**Návrh:** Táhlo DETAN,  $\varnothing 30$  mm,  $N_{Rd} = 252,3$  kN

**Posouzení:**  $N_{Ed} = 176,08$  kN  $< N_{Rd} = 252,3$  kN

**Táhlo vyhovuje.**

## 9 Ztužení kruhové jízďárny

Ztužení ve střešní rovině a stěnové ztužení bylo provedeno ze systému táhel DETAN - S 460. Délka táhla v rovině stěny je 8,529 m. V rovině stěny, se také objevuje maximální hodnota tahová normálová síla, které je 15,77 kN (Obr. 9.1). Rozhodující kombinací pro návrh a posouzení je nelineární kombinace  $NC6=ZS1*1,15+ZS2*1,15+ZS3*0,75+ZS6*1,5$ .



Obr. 9.1: Normálové tahové síly na ztužujícím systému

Podle tabulek výrobce, které jsou uvedeny v příloze 5, bylo navrženo táhlo Ø 20 mm. Nebylo nutné rozdělení celkové délky táhla na jednotlivé části, při použití spojek. Maximální možná délka tohoto táhle je 12,1 m. Táhlo je osazenou pomocí vidlice (Obr. 8.2).

**Návrh:**

**Táhlo DETAN Ø 20,  $N_{Rd} = 110,2$  kN**

**Posouzení:**

$$N_{Ed} = 15,77 \text{ kN} < N_{Rd} = 110,2 \text{ kN}$$

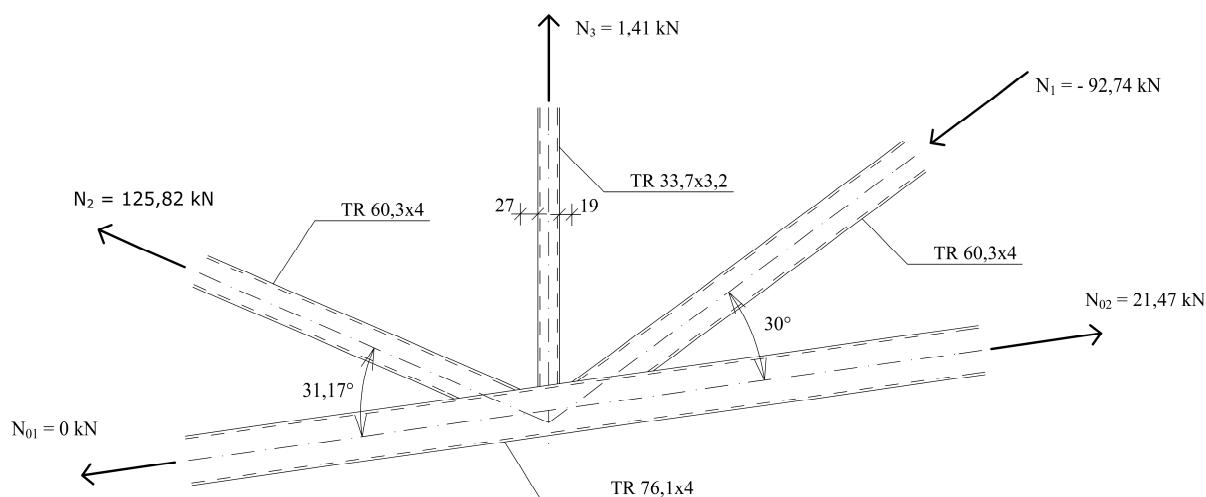
**Táhlo vyhovuje.**

## 10 Posouzení spojů

V rámci diplomové práce byla navržena a posouzena vetknutá patka sloupu a nejvíce namáhaný styčník v příhradovém vazníku. Konstrukčně byly navrženy další spoj, a to např. uložení příhradového vazníku na středový prstenec, připoj vnitřního ztužení k příhradovému vazníku, uložení příhradového vazníku na sloup aj.

### 10.1 Posouzení nejvíce namáhaného styčníku příhradového vazníku

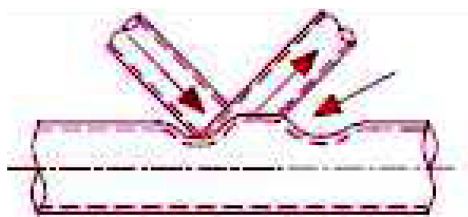
Nejvíce namáhaný styčník je krajní styčník spodního pásu. Jedná se o styčník z dutých průřezů typu KT (obr.10.1). Příhradový vazník je proveden z trubek. Dolní pás příhradového vazníku je z profilů TR 76,1x4, horní pás z trubky TR 114,3x5, svislice TR 33,7x3,2 a diagonály z trubek TR 60,3x4. Celý příhradový vazník je proveden z oceli S 355 J0. Diagonály a svislice jsou k hornímu a dolnímu pásu připojeny pomocí svarového spoje s účinnou tloušťkou  $a = 4$  mm. Na obr. 10.4 jsou vykreslené normálové síly pro rozhodující kombinaci NC3.



Obr. 10.1: Styčník KT

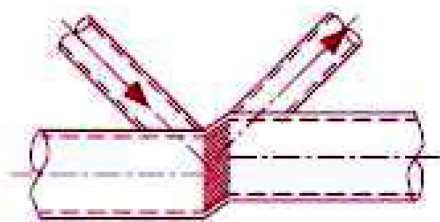
- **Styčník byl posouzen na dva typy porušení:**

1. plastické porušení povrchu pásové trubky nebo porušení pásu - s mezerou nebo překrytím (Obr. 10.2)



Obr. 10.2: Porušení povrchu pásu [25]

2. porušení prolomení smykem (Obr. 10.3)



**Obr. 10.3: Porušení prolomení smykem [25]**

Aby bylo možné provést pouze výpočet únosnosti styčnicku pouze pro dvě možnosti porušení musí být splněny následující podmínky:

- Pruty musí vyhovovat požadavkům třídy 1 nebo 2 – **Splněno**,
- Jmenovitá tloušťka stěny nesmí být menší než 2,5 mm a zároveň nesmí být větší než 25 mm – **Splněno**,
- Úhly mezi pásy a mezipásovými pruty a mezi sousedními mezipásovými pruty nemají být menší než 30 ° – **Splněno**,
- U tažených pásu mohou být zanedbány momenty plynoucí z excentricity za předpokladu že excentricita leží v rozmezí:

$$-0,55 \cdot d_0 \leq e \leq 0,25 \cdot d_0$$

$$-0,55 \cdot 76,1 = -41,9 \text{ mm} \leq e = 19 \text{ mm} \leq 0,25 \cdot 76,1 = 19,1 \text{ mm}$$

**Splněno**,

- Mezery mezi výplňovými pruty  $g$  mají být větší než  $(t_1 + t_2) - g_{min} = 19 \text{ mm}$  – **Splněno**,
- Podružné momenty ve styčnicích, vyvolané skutečnou ohybovou tuhostí styčnicku, mohou být zanedbány za předpokladu že:

$$0,2 \leq d_i/d_0 \leq 1,0$$

$$0,2 \leq 60,3/76,1 = 0,8 \leq 1,0$$

$$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$$

$$10 \leq 76,1/4 = 19,1 \leq 50$$

$$10 \leq d_i/t_i \leq 50$$

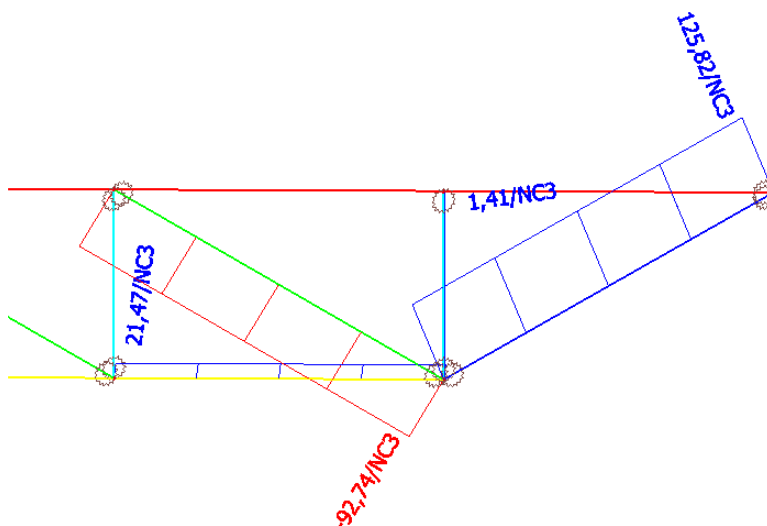
$$10 \leq 60,3/4 = 15,1 \leq 50$$

$$g \geq t_1 + t_2$$

$$19 \geq 4+4 = 8$$

**Splněno.**

Rozhodující kombinace pro posouzení spoje je  
 $NC3 = ZS1 * 1,15 + ZS2 * 1,15 + ZS3 * 1,5 + ZS6 * 0,9.$



**Obr. 10.4: Vykreslení normálových sil kombinace NC3**

### 10.1.1 Únosnost na porušení smykem

Pokud  $d_i \leq d_0 - 2 * t_0$  pak únosnost:

$$N_{Rd} = \frac{\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \Phi_i}{2 \sin^2 \Phi_i}}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{Rd} = \frac{\frac{355}{\sqrt{3}} * 4 * \pi * 60,3 * \frac{1 + \sin 31,17^\circ}{2 * \sin^2 31,17^\circ}}{1} = 140,03 \text{ kN}$$

**Posouzení:**

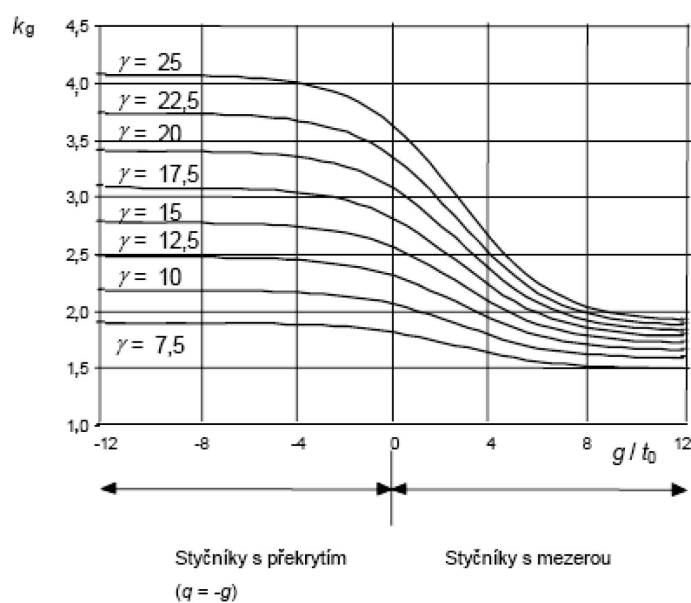
$$N_{Ed} = 125,82 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 140,03 \text{ kN}$$

**Jelikož pásový prut na namáhání první diagonálou vyhovuje, není třeba provádět posudek pro namáhání druhou diagonálou.**

**Styčnick vyhovuje na porušení prolomení smykem.**

## 10.1.2 Únosnost na prolomení pásu

- Součinitel  $k_p$ :  
- konzervativně  $k_p = 1,0$
- Součinitel  $k_g$ :  
-  $g_1/t_0 = 19/4 = 4,75$   
-  $\gamma = d_0/(2*t_0) = 76,1/(2*4) = 9,51 \rightarrow$  podle grafu na obr. 10.5  $k_g = 1,6$



Obr. 10.5: Hodnoty součinitelů  $k_g$  [25]

$$N_{Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2 \left( 1,8 + 10,2 \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0} \right)}{\gamma_{M5} \sin \phi_i}$$

$$N_{Rd} = \frac{1,6 * 1,0 * 355 * 4 \left( 1,8 + 10,2 * \frac{2 * 60,3 + 33,7}{3 * 76,1} \right)}{1 \sin 30^\circ} = 151,81 \text{ kN}$$

### Posouzení pro styčník typu KT:

$$N_{1,Ed} \sin \Phi_1 + N_{3,Ed} \sin \Phi_3 \leq N_{Rd} \sin \Phi_1$$

$$N_{2,Ed} \sin \Phi_2 \leq N_{Rd} \sin \Phi_1$$

$$92,74 * \sin 30^\circ + 1,41 * \sin 90^\circ = 47,79 \text{ kN} \leq 151,81 * \sin 30^\circ = 75,91 \text{ kN}$$

$$125,82 * \sin 31,17^\circ = 65,13 \text{ kN} \leq 151,81 * \sin 30^\circ = 75,91 \text{ kN}$$

**Pás ve styčníku vyhovuje na prolomení.**

### 10.1.3 Posouzení svarového spoje

#### ❖ První diagonála a dolní pás - $a = 4 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = 125,82 \text{ kN}$$

$$d = 60,3 \text{ mm}$$

$$c = 103 \text{ mm}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,9$$

---

- Délka elipsy:

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (c + d) - 0,5 \sqrt{c * d} \right) =$$

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (103 + 60,3) - 0,5 \sqrt{103 * 60,3} \right) = 260,98 \text{ mm}$$

- Návrhová smyková únosnost:

$$f_{v,wd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{Mw}} = \frac{490}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F_{w,Rd} = a * L_{we} * f_{v,wd} = 4 * 260,98 * 251,47 = 262,51 \text{ kN} \geq 125,82 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

❖ Svislice a dolní pás -  $a = 4 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = 2,71 \text{ kN}$$

$$d = 33,7 \text{ mm}$$

$$c = 33,7 \text{ mm}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,9$$

---

- Délka elipsy:

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (c + d) - 0,5 \sqrt{c * d} \right) =$$

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (33,7 + 33,7) - 0,5 \sqrt{33,7 * 33,7} \right) = 105,88 \text{ mm}$$

- Návrhová smyková únosnost:

$$f_{v,wd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{Mw}} = \frac{490}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F_{w,Rd} = a * L_{we} * f_{v,wd} = 4 * 105,88 * 251,47 = 106,5 \text{ kN} \geq 2,71 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

❖ Diagonála a dolní pás -  $a = 4 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = 92,23 \text{ kN}$$

$$d = 60,3 \text{ mm}$$

$$c = 126 \text{ mm}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,9$$

---

- Délka elipsy:

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (c + d) - 0,5 \sqrt{c * d} \right) =$$

$$L_{we} = \pi \left( \frac{3}{4} (103 + 60,3) - 0,5 \sqrt{126 * 60,3} \right) = 302,05 \text{ mm}$$

- Návrhová smyková únosnost:

$$f_{v,wd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{Mw}} = \frac{490}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

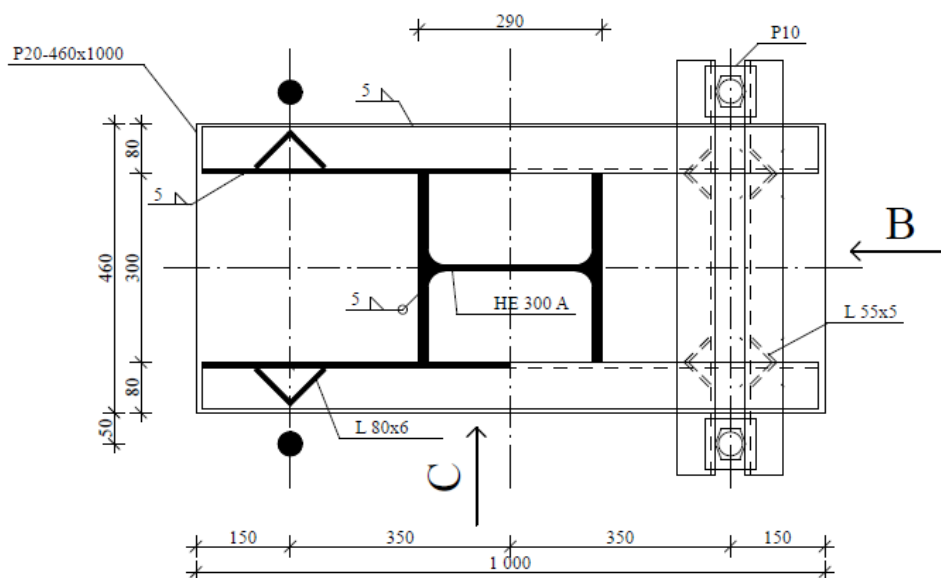
$$F_{w,Rd} = a * L_{we} * f_{v,wd} = 4 * 302,05 * 251,47 = 303,82 \text{ kN} \geq 92,23 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**



## 10.2 Posouzení vetknuté patky sloupu

Vetknutá patka (Obr. 10.6) se skládá z patního plechu tl. 20 mm, dvou podélných výztuh z profilů U 200, kotevních šroubů s kotevní hlavou M 36 x 3 a ze dvou kotevních příčníků provedených z dvojice profilů U 140. Všechny prvky vetknuté patky jsou z oceli S 355 J0. Podélné výztuhy k patnímu plechu jsou připojeny pomocí koutového svaru s účinnou tloušťkou svaru  $a = 5$  mm. Vyrovnaní povrchu betonového základu je provedeno pomocí cementového tmelu o tl. 50 mm.



Obr. 10.6: Půdorys vetknuté patky sloupu

- Posouzení na dvě kombinace zatížení:
  - ❖ kombinace s největším momentem - NC7

Tab. 10.1: Kombinace NC7

NC7	
Maximální ohybový moment $M_{Ed,max}$ [kNm]	101,34
Příslušná normálová síla $N_{Ed}$ [kN]	-76,24
Příslušná posouvající síla $V_{Ed}$ [kN]	-30,4

- ❖ kombinace s maximální normálovou silou - NC3

**Tab. 10.2: Kombinace NC3**

NC3	
Maximální normálová síla $N_{Ed,max}$ [kN]	-94,95
Příslušná ohybový moment $M_{Ed}$ [kNm]	73,04
Příslušná posouvající síla $V_{Ed}$ [kN]	-21,18

- **Profil sloupu:** HE 300 A, ocel S 355 J0

**Tab. 10.3: Průřezové charakteristiky profilu HE 300 A [26]**

Charakteristika průřezu	
Plocha průřezu $A$ [m <sup>2</sup> ]	0,01125
Plocha stěny ve smyku $A_{v,z}$ [m <sup>2</sup> ]	0,003728
Plastický modul pružnosti k ose y $W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	0,001383
Pružný modul pružnosti k ose y $W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	0,00126
Moment setrvačnosti k ose y $I_y$ [m <sup>4</sup> ]	0,0001826
Poloměr setrvačnosti k ose y $i_y$ [m]	0,127
Moment setrvačnosti k ose z $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	0,0000631
Poloměr setrvačnosti k ose z $i_z$ [m]	0,0749
Moment tuhosti v prostém kroucení $I_t$ [m <sup>4</sup> ]	8,517E-07
Výsečový moment setrvačnosti $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	0,0000012
Výška průřezu $h$ [m]	0,29
Šířka průřezu $b$ [m]	0,3
Tloušťka stojiny $t_w$ [m]	0,0085
Tloušťka pásnice $t_f$ [m]	0,014

- **Geometrie patky a patního plechu**

BETON C16/20  $f_{ck} = 16$  MPa  
 $\gamma_c = 1,5$

Délka plechu $a$	1	m
Šířka plechu $b$	0,46	m
Tloušťka patního plechu $t_p$	0,02	m
Vzdálenost šroubů k oce sloupu $r_t$	0,35	m
Součinitel vlivu podlití	2/3	-

$$\text{Výška podlití} \quad 50 \text{ mm} < 0,2 \cdot \min(460; 1000) = 92 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} > 0,1 \cdot \min(460; 1000) = 46 \text{ mm}$$

**Návrh: 50 mm**

$$\text{Délka betonové patky } A \quad 2,2 \quad \text{m}$$

$$\text{Šířka betonové patky } B \quad 1,5 \quad \text{m}$$

$$\text{Výška betonové patky } h \quad 0,8 \quad \text{m}$$

- **Započitatelné rozměry patky**

$$a_1 = \min(A_{patka}; 5 \cdot a; a + h_{patka}; 5 \cdot b) = \min(2,2; 5 \cdot 1; 1 + 0,8; 5 \cdot 0,46) = 1,8 \text{ m}$$

$$b_1 = \min(B_{patka}; 5 \cdot b; b + h_{patka}; 5 \cdot a) = \min(1,5; 5 \cdot 0,46; 0,46 + 0,8; 5 \cdot 1) = 1,26 \text{ m}$$

- **Součinitel koncentrace napětí:**

$$k_j = \frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b} = \frac{1800 \cdot 1260}{1000 \cdot 460} = 2,22$$

- **Návrhová pevnost betonu:**

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd} = \frac{2}{3} \cdot 2,22 \cdot \frac{16}{1,5} = 15,79 \text{ MPa}$$

- **Přesah desky se určí podle ČSN EN 1993-1-8 [12] a vzorce (6.5):**

$$c = t \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 15,79 \cdot 1,0}} = 55 \text{ mm}$$

- **Efektivní šířka patního plechu**

$$b_{eff} = 2 \cdot b_{f,U200} + 2 \cdot c = 2 \cdot 0,075 + 2 \cdot 0,055 = 0,260 \text{ m}$$

- **Výpočet sil do šroubů**

Moment se do posudku zavádí pomocí excentricity působící normálové síly:

$$e = M_{sd} / N_{sd}$$

Délka tlačené oblasti pod patním plechem se určí pomocí momentové podmínky k působišti šroubů:

$$N_{sd} \cdot (e + r_t) = N_c \cdot (r_t + a/2 - x/2)$$

$$N_c = b_{eff} \cdot x \cdot f_{jd}$$

$$b_{eff} \cdot f_{jd} \cdot x^2 - b_{eff} \cdot f_{jd} \cdot (2 \cdot r_t + a) \cdot x + 2 \cdot N_{sd} \cdot (e + r_t) = 0$$

Síla do kotevních šroubů, vyplývá z podmínek rovnováhy:

$$T = N_c - N_{sd}$$

**Tab. 10.4: Výpočet sil do kotevních šroubů**

Popis	NC3	NC7
Maximální ohybový moment $M_{sd}$ [Nm]	73040	101340
Maximální normálová síla $N_{sd}$ [N]	-94950	-76240
Excentricita $e$ [m]	-0,769	-1,329
Řešení kvadratické rovnice $x_1$ [m]	1,669	1,662
Řešení kvadratické rovnice $x_2 = x$ [m]	0,031	0,038
Tlaková síla ve spáře mezi betonem a ocelí $N_c$ [kN]	127,36	<b>154,02</b>
Síla do kotevního šroubu $T$ [kN]	<b>222,3</b>	230,26

### 10.2.1 Posouzení průřezu patky

Tvořen patním plechem a dvěma výztuhami U (Obr. 10.7). Průřez působí jako konzola namáhána silou ve šroubech  $T$  nebo silou mezi betonem a ocelí  $N_c$ . Posouzení bylo provedeno na kombinaci ohybu a smyku.

#### ❖ Průřezové charakteristiky výztuhy

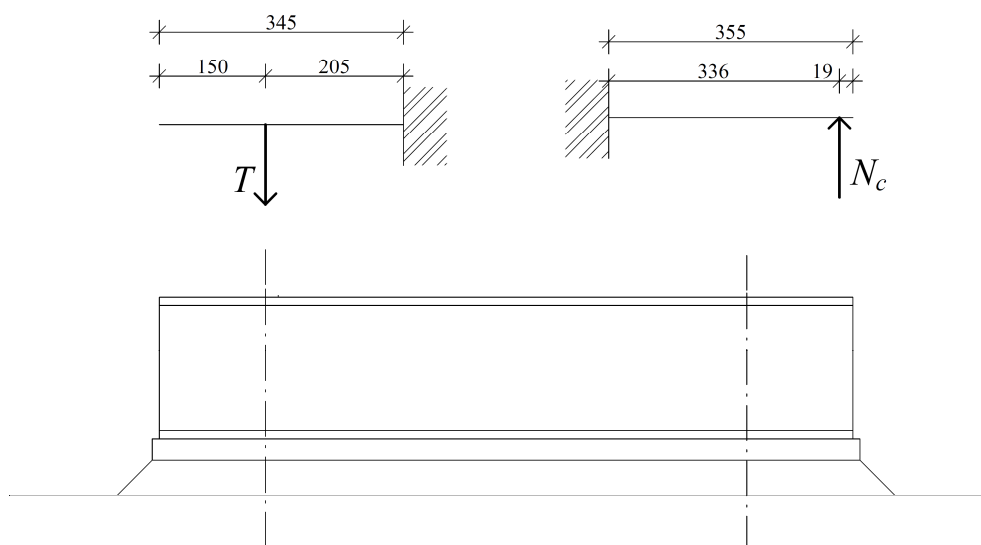
##### TYP výztuhy

##### U 200

Plocha průřezu $A$	0,00322	m <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti k ose $y$ $I_y$	0,0000191	m <sup>4</sup>
Plocha stěny ve smyku $A_{v,z}$	0,00177	m <sup>2</sup>
Výška průřezu $h$	0,2	m

#### ❖ Průřezové veličiny průřezu patky

Plocha průřezu $A$	0,020239	m <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti k ose $y$ $I_y$	0,000097325	m <sup>4</sup>
Souřadnice těžiště k ose $z$ $z_t$	0,037	m
Pružný průřezový modul - k horním vláknům $W_{y,h}$	0,000531831	m <sup>3</sup>
Pružný průřezový modul - k dolním vláknům $W_{y,d}$	0,002630405	m <sup>3</sup>



**Obr. 10.7: Průřez patky**

#### ❖ Vnitřní síly

##### **Tlačená (pravá) strana patky**

$$M_p = N_c * (l - x / 2) = 154,02 * (0,355 - 0,019) = 51,8 \text{ kNm}$$

$$V_p = 154,02 \text{ kN}$$

##### **Tažené (levá) strana patky**

$$M_l = T * (l - l_T) = 222,3 * (0,355 - 0,15) = 45,6 \text{ kNm}$$

$$V_l = 222,3 \text{ kN}$$

#### ❖ Napětí - horní vlákna

$$\sigma_{h,\max} = \frac{M_p}{W_{y,h}} = \frac{51,8}{0,000531831} = 85,69 \text{ MPa} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1} = 355 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = \frac{V_p}{A_{vz}} = \frac{154,02}{0,00177} = 62,9 \text{ MPa} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{355}{\sqrt{3}} = 204,96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = 2 * \frac{V_p}{A_{vz}} = 2 * \frac{154,02}{0,00177} = 125,71 \text{ MPa} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{355}{\sqrt{3}} = 204,96 \text{ MPa}$$

**Vyhovuje, není nutné posuzovat na kombinaci M+V.**

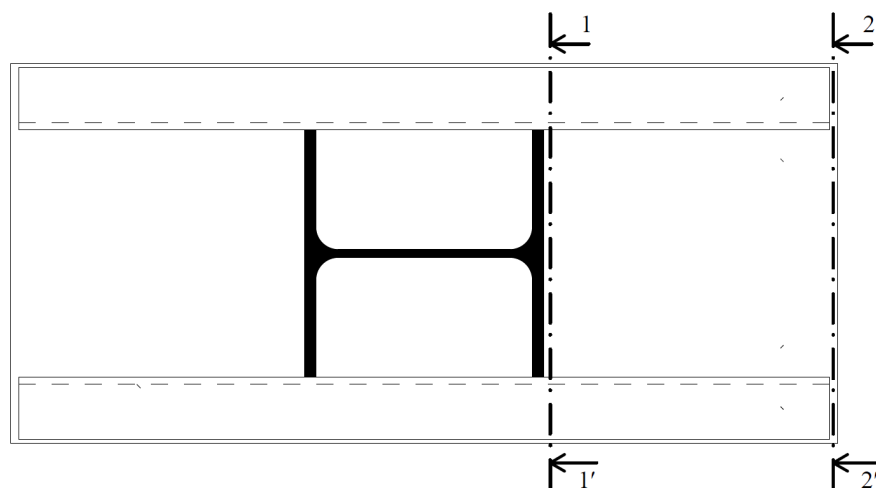
### 10.2.2 Připojení podélných výztuh k patnímu plechu

Svary hlavních výztuh působí jako svary krční. Namáhání svarů je podélným smykem silou  $V_p$  od ohybu průřezu patky a zároveň do patního plechu jsou přenášeny reakce od sloupu  $M_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$ ,  $N_{Ed}$  působící na patku.

**NÁVRH  $a_{we} = 5 \text{ mm}$ , celkem svary**

Délka svaru $a$	0,98	m
Plocha svaru výztuh $A_{we}$	0,0196	m <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti svaru výztuh $I_{we}$	0,001568653	m <sup>4</sup>
Šířka patního plechu $b$	0,46	m
Tloušťka patního plechu $t_p$	0,02	m
Vzdálenost $z_g$	0,037	m
Statický moment p. plechu k ose y s místě svaru $S_{f,y}$	0,0002484	m <sup>3</sup>

#### ❖ Posouzení svaru



**Obr. 10.8: Umístění kritických řezů**

**Tab. 10.5: Posouzení svaru v kritickém řezu 1-1' NC7**

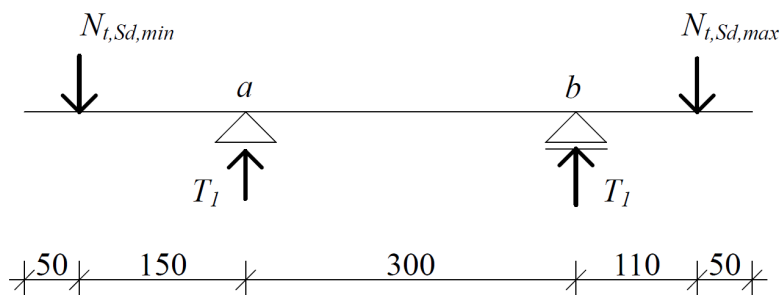
Posouzení svaru v kritickém řezu 1-1' NC7	
Smykové napětí ve směru svaru $\tau_{II}$ [MPa]	29,48
Napětí kolmé na svar pro pružné působení $\sigma_w$ [MPa]	12,22
Normálové napětí kolmé k ose svaru $\sigma_{\perp}$ [MPa]	8,64
Korekční faktor $\beta_w$ [-]	0,9
Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_{M2}$ [-]	1,25
Vzdálenost $x_1$ [m]	0,145
<b>Levá strana posudku [MPa]</b>	<b>53,90</b>
<b>Podmínka [MPa]</b>	<b>315,6</b>
<b>Vyhovuje</b>	

**Tab. 10.6: Posouzení svaru v kritickém řezu 2-2' NC7**

Posouzení svaru v kritickém řezu 2-2' NC7	
Smykové napětí ve směru svaru $\tau_{II}$ [MPa]	0,42
Napětí kolmé na svar pro pružné působení $\sigma_w$ [MPa]	28,13
Normálové napětí kolmé k ose svaru $\sigma_{\perp}$ [MPa]	19,89
Korekční faktor $\beta_w$ [-]	0,9
Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_{M2}$ [-]	1,25
Vzdálenost $x_1$ [m]	0,5
<b>Levá strana posudku [MPa]</b>	<b>39,78</b>
<b>Podmínka [MPa]</b>	<b>315,6</b>
<b>Vyhovuje</b>	

### 10.2.3 Kotevní šrouby

Tolerance pro osazení šroubů byly uvažovány  $\pm 20$  mm. Největší síla byla určena z momentové podmínky k působišti síly.

**Obr. 10.9: Statické schéma pro určení sil ve šroubech**

Síla do kotevního šroubu $T_{max}$	222,5 kN
Síla do jednoho kotevního šroubu $T_I = T_{max} / 2$	111,3 kN
Vzdálenost $s_1 + 0,02$	0,15 m
Vzdálenost $s_2 - 0,02$	0,11 m
Největší síla k působišti síly $N_{t,Sd,min}$	103,3 kN
Největší síla k působišti síly $N_{t,Sd,max}$	119,2 kN

### NÁVRH: šroub s kotevní hlavou M36x3, $A_s = 865 \text{ mm}^2$

#### ❖ Posouzení šroubů

$$F_{t,Rd} = \frac{0,8 * A_s * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,8 * 0,000865 * 355}{1,0} = 245,66 \text{ kN} \geq N_{t,Sd,max} = 119,2 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

#### ❖ Účinná hloubka šroubů s kotevní hlavou

- Únosnost v otláčení betonu  $f_{od} = 21,3 \text{ MPa}$ .
- Únosnost betonu v tahu a soudržnosti  $f_{td} = 0,75 \text{ MPa}$ .

$$A_{kot,hlav} = 0,8 * A_s * \frac{0,8 * f_y}{\gamma_{M0} * f_{od}} + \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$A_{kot,hlav} = 0,8 * 0,000865 * \frac{0,8 * 355}{1,0 * 21300} + \frac{\pi * 0,036^2}{4} = 0,01024 \text{ m}^2$$

$$\Delta h = \left( \frac{4 * A_{kot,hlav}}{\pi * d * f_{td}} - 1 \right) * \frac{f_{od}}{4 * f_{td} * d}$$

$$\Delta h = \left( \frac{4 * 0,01024}{\pi * 0,036 * 750} - 1 \right) * \frac{21300}{4 * 750 * 0,036} = 2316,9 \text{ mm}$$

#### ❖ Min. hloubka zabetonování

$$h \geq \frac{0,2 * N_{t,Sd,max}}{\pi * d * f_{td}} = \frac{0,2 * 119,2}{\pi * 0,036 * 750} = 281,1 \text{ mm} \leq \Delta h = 2316,9 \text{ mm}$$

**Vyhovuje**



### 10.2.4 Kotevní příčník

Posouzení bylo provedeno na ohybovým moment a posouvající sílu. Kotevní příčník je zatížen kotevními šrouby, které jsou umístěny mimo patní plech.

#### ❖ Vnitřní síly

$$M_{ad} = N_{t,Sd,min} * l_1 = 103,3 * 0,15 = 15,5 \text{ kNm}$$

$$V_{ad} = N_{t,Sd,min} = 103,3 \text{ kN}$$

$$M_{bd} = N_{t,Sd,max} * l_2 = 119,2 * 0,11 = 13,2 \text{ kNm}$$

$$V_{bd} = N_{t,Sd,max} = 119,2 \text{ kN}$$

$$\text{NÁVRH 2xU 140, } W_{pl,y} = 0,0001976 \text{ m}^3$$

$$A_{vz} = 0,00165 \text{ m}^2$$

třída průřezu pro ohyb:

$$\text{- stojina: } c_1 / t_w = 98 / 7 = 14 \leq 72$$

$$\text{- pásnice: } c_2 / t_f = 42,5 / 10 = 4,25 \leq 9$$

**Vyhovuje - TŘÍDA PRŮŘEZU 1**

#### ❖ Posouzení

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{0,00165 * 355}{\sqrt{3} * 1,0} = 338,2 \text{ kN} \geq V_{bd} = 119,2 \text{ kN}$$

**Vyhovuje.**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{0,00165 * 355}{\sqrt{3} * 1,0} = 338,2 \text{ kN} \geq V_{bd} = 2 * 119,2 = 238,4 \text{ kN}$$

**Vyhovuje, není nutné posuzovat na kombinaci M+V.**

### 10.2.5 Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky

Rozhodující je kombinace s co největší vodorovnou reakcí a s co nejmenší svislou reakcí (tah). Bylo provedeno ověření přenosu posouvající síly třením mezi patním plechem a betonem. Součinitel tření byl uvažován  $\mu = 0,2$ .

**Tab. 10.7: Vnitřní síly - NC7**

NC7	
Maximální ohybový moment $M_{ed,max}$ [kNm]	101,34
Příslušná normálová síla $N_{ed}$ [kN] - svislá reakce	-76,24
Příslušná posouvající síla $V_{ed}$ [kN] - vodorovná reakce	-30,4

$$\mu * N_c = 0,2 * 154,02 = 30,8 \text{ kN} > V_{Ed} = 30,4 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

## **11 Základní postup montáže a výroba navržených konstrukcí. Technologický postup.**

### **11.1 Materiál a povrchová úprava**

Nosné prvky kruhové jízdrny byly navrženy z oceli S 355 J0 s výjimkou táhla, které bylo navrženo z oceli S 460 WB (bez povrchové úpravy) od výrobce HALFEN. Tribuna byla vyrobena z oceli S 235 J0. Všechny šrouby jsou z materiálu 8.8 nebo 10.8, které jsou v žárově pozinkované úpravě. Válcovaný materiál musí odpovídat technickým normám o dodacích podmínkách ČSN EN 10025-1 [26] a ČSN EN 10025-2 [27]. Všechny ocelové prvky budou chráněny nátěrem. Pokud bude poškozen ochranný nátěr na ocelových konstrukcích při montáži, musí být provedena jeho oprava.

### **11.2 Výroba**

Konstrukce kruhové jízdrny je navržena v třídě následků CC1-malé následky a kategorii použitelnosti SC1. Konstrukce je navržena ve výrobní skupině EXC1 podle normy ČSN EN 1090-2 +A1 [28]. Tolerance při osazování konstrukce musí být v souladu s normou ČSN 73 0210-1 [29].

Před samotnou montáží ocelové nosné konstrukce jízdrny, musí být ve výrobně provedeny následující prvky:

- Příhradové vazníky,
- Středový prstenec,
- Vnitřní ztužení kruhové jízdrny.

### **11.3 Montáž**

Montáž ocelové konstrukce musí být provedena odborně způsobilou firmou za účasti kvalifikovaných osob a pod vedením osoby s patřičnou autorizací. Montáž musí respektovat obecná pravidla pro montáž ocelových konstrukcí a musí být v souladu se statickou funkcí jednotlivých prvků. Pokud bude poškozen ochranný nátěr při montáži, musí být provedena jeho oprava.

Montáž ocelové konstrukce jízdrny se skládá z dílčích montážních operací, které je možné rozdělit na montáž obvodových sloupů a následné montáže příhradových vazníků se středovým prstencem. V prvním kroku je nutné provést montáž obvodových sloupů z profilů HE 300 A, které budou následně prostorově ztuženy pomocí nosníku IPE 300. Vzájemné spojení těchto prvků je pomocí plechu tl. 10 mm, který je přivařen ke stojině sloupů a následně přišroubován pomocí čtyřech šroubů (M16) k stojině nosníku IPE 300. Sloupy jsou vetknuty do základových patek pomocí čtyř šroubů s kotevní hlavou průměru 36 mm.

Následně se provede instalace provizorní střední podpory s hydraulickými lis. Pomocí této provizorní konstrukce bude možné umístit středový prstenec do požadované polohy, kterou bude možné v průběhu montáže rektifikovat. Při osazení vnitřního prstence musí být respektovány dovolené tolerance s ohledem na osy prvků příhradového vazníku. Následně bude pomocí jeřábu symetricky provedena instalace jednotlivých příhradových vazníků. Příhradového vazníky jsou na sloupy uloženy pomocí kloubového ložiska. Na protilehlé straně bude příhradový vazník uložen pomocí čepového spoje na středový prstenec. Při zdvihu je nutné kontrolovat stabilitu vazníku v montážním stavu, případně zajistit jeho stabilitu. Příhradové vazníky, musí být následně provizorně zajištěny v místech, kde bude později osazena vnitřní ztužující konstrukce. Jedná se o vzdálenost 5 a 9 metrů od osy sloupu. Příhradové vazníky se budou montovat symetricky. V průběhu montáže příhradového vazníku je nutné provádět rektifikaci vnitřního prstence. Souběžně s montáží vazníku se provede montáž ztužujících prvků. Táhlá byla vyzdvihnuta společně s příhradovými vazníky. Táhlá se během montáže musí zajistit, aby se eliminoval jejich průvės. Po montáži všech hlavních nosních částí střešní konstrukce včetně ztužujících prvků ve střešní rovině i v rovině stěny se provede spuštění střední provizorní podpory a demontáž pomocných konstrukcí. Konstrukce tribuny se osadí po montáži nosné konstrukce jízdní. Konstrukce tribuny je připojena pomocí čelní desky tl. 15 mm k pásnici sloupu HE 300 A. Čelní deska je přivařená ke stojině profilu IPE 220 (tribuna). Připojení čelní desky k sloupu HE 300 A je pomocí čtyř šroubů M16.

V průběhu montáže je nutné ověřovat přesnost osazení ocelových prvků geodetickým měřením. Před realizací je nutné sestavit podrobný STP (Stavebně technologický projekt), který bude zohledňovat konkrétní montážní postup realizační firmy. Montážní práce musí provést odborně způsobilá firma.

## **11.4 Bezpečnost práce**

Při provádění veškerých stavebních prací bude nutné se řídit dle závazných ustanovení platných norem a podmínkami bezpečnosti práce, které jsou obsaženy v těchto podkladech:

- Zákoník práce v platném znění
- Zákon č. 309/2006 Sb. „O zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci“.
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., „Podmínky ochrany zdraví při práci“.
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. „O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky“.
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. „O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích“.

Všichni zúčastnění pracovníci musí být s předpisy obeznámeni před zahájením stavebních prací. Dále jsou povinni používat při práci předepsané pracovní pomůcky. Dále je třeba ohraničit staveniště včetně výstražných tabulek se zákazem vstupu všem nepovolaným osobám. Při pohybu po střešní konstrukci bude každý pracovník zabezpečena proti pádu ze střešní konstrukce.

## 12 Závěr

Diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem kruhové jízdárny. Mezi specifika řešené konstrukce patří umístění tribuny uvnitř haly, která umožňuje v případech soutěží komfortní zázemí pro maximálně 186 diváků. Konstrukce kruhové haly má průměr 28 m. Prostor pro jezdce má typických 18 m. Konstrukční řešení kruhové haly založeno na systému sloupů a trubkových příhradových vazníků, které jsou spojeny v ocelovém prstenci. S ohledem na statické řešení je příhradový vazník doplněn táhlem. Sloupy jsou tvořeny z válcovaných profilů HE 300 A. Na sloupy je kloubově připojena ocelová konstrukce tribuny, která je tvořena ze svařence z válcovaných profilů IPE 220. Samotný statický výpočet hlavních konstrukčních částí je založen na prostorovém výpočetním modelu, který je zpracován v programu Scia Engineer 2016. Návrh a posudek ocelových prvků respektuje zásady podle ČSN EN 1993. Zatížení bylo stanoveno v souladu normami věnující se klimatickému zatížení 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-3 a ČSN EN 1991-1-4. Pro dílčí části konstrukce, tj. obvodový plášť, střešní plášť, paždíky, vaznice, táhlo, ztužení ve střešní rovině a ve stěně byly využity tabelární posudky únosnosti, které jsou zpracovány výrobcem.

Samotná diplomová práce se ještě před samotným konstrukčním návrhem kruhové haly krátce věnuje statickému a konstrukčnímu řešení ocelových hal. Dílčí část diplomové práce se zabývá také oblastí typologických požadavků pro stavby určené koním a jezdeckví. Hlavní částí diplomové práce je konstrukční a statické řešení zvolené kruhové jízdárny. Postupně se v diplomové práci řeší globální analýza, stabilita, imperfekce, vzpěrné délky sloupů a statické posudky dílčích prvků haly. Hlavním svislým prvkem ocelové kruhové jízdárny je sloup z válcovaného profilu HE 300 A. Příhradový vazník je tvořen z trubek. Statický posudek zahrnuje posudky dalších prvků, jako jsou tenkostěnné vaznice, paždíky, obvodový plášť a střešní plášť. Samotné konstrukční řešení haly je doplněno také výpočtem vybraných detailů, a to nejvíce namáhaného styčnicku trubkového příhradového vazníku a patky. Diplomová práce také obsahuje postup montáže konstrukce jízdárny. Statický výpočet a konstrukční návrh obsahuje také zpracovanou základní výkresovou dokumentaci a výrobní dokumentaci.

## **13 Poděkování**

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mě podporovali při tvorbě diplomové práce. Zejména se jedná o moje rodiče, dceru Elišku a jejího tatínka. Zvláštní poděkování patří panu Ing. Miroslavu Rosmanitovi, Ph.D. za cenné rady a podněty, které mi pomohly při tvorbě diplomové práce.

## 14 Seznam obrázků

Obr. 3.1: Vazníková konstrukce - Aquapark Olomouc [6]	7
Obr. 3.2: Rámová konstrukce - Víceúčelová hala Bohumín	8
Obr. 3.3: Oblouková konstrukce - Aquapark Bohumín [7]	9
Obr. 3.4: Visutá rotačně symetrická konstrukce - Terminál na mezinárodním letišti Dulles [8]	9
Obr. 3.5: Zavěšená konstrukce - Zimní aréna Chomutov [9]	10
Obr. 3.6: Zavěšená konstrukce - Zimní aréna Chomutov [10]	10
Obr. 3.7: Pneumatická konstrukce - Víceúčelové sportoviště [11]	11
Obr. 3.8: Membránová konstrukce - Letecké muzeum [12]	11
Obr. 3.9: Detaily kulových styčníků [13]	12
Obr. 3.10: Příhradová deska	13
Obr. 3.11: Žebrová kopule [14]	14
Obr. 3.12: Schwedlerova kopule - vlevo, Föpplova kopule - vpravo [14]	14
Obr. 4.1: Rozměry jezdce a koně [16]	15
Obr. 4.2: Tribuna s ochozem [16]	15
Obr. 4.3: Kolotoč [17]	16
Obr. 4.4: Kruhový trenažér [18]	17
Obr. 4.5: Tvary konstrukcí jízdárny	18
Obr. 4.6: Velikost jízdárny - půdorysy	18
Obr. 4.7: Plán dostihového závodiště v Pardubicích [20]	21
Obr. 5.1: Kruhová jízdárna v programu Scia Engineer 16 [21]	23
Obr. 5.2: Schéma Z profilu s rovnou stojinou [22]	26
Obr. 5.3: Schéma C profilu [22]	26
Obr. 5.4: Mapa sněhových oblastí [4]	27
Obr. 5.5: Uspořádání zatížení na stanové střeše	27
Obr. 5.6: Mapa větrových oblastí [5]	28
Obr. 5.7: Rozložení součinitele vnitřních tlaků $c_{pe,10}$ pro kopuli s kruhovou základnou [5]	30
Obr. 5.8: Graf pro odečtení součinitele vnějších tlaků $c_{pe,10}$ [5]	30
Obr. 5.9: Změna součinitele vnějších tlaků na konstrukci jízdárny	31
Obr. 5.10: Rozdělení tlaků pro válec s kruhovým průřezem pro různé rozsahy Reynoldsova čísla bez vlivu proudění kolem volných konců [5]	31
Obr. 5.11: Zatížení větrem na povrch stěny	34
	94

Obr. 5.12: Statické schéma tribuny	35
Obr. 5.13: Deformace tribuny	36
Obr. 5.14: Zatěžovací stavy a schéma konstrukce včetně popisů prutů	37
Obr. 5.15: Vnitřní síly - kombinace	38
Obr. 5.16: Příčný rám tribuny - MSU - Jednotkový posudek	38
Obr. 5.17: Statické schéma – nosník	41
Obr. 5.18: Jednotkový posudek – nosník (graficky)	41
Obr. 5.19: Střešní panel KS1000 RW [23]	45
Obr. 5.20: Stěnový panel KS1150 TF [23]	46
Obr. 5.21: Atypická botka	47
Obr. 5.22: Rozložení vaznic	48
Obr. 6.1: Statické schéma	53
Obr. 6.2: První vlastní tvar 3,4	53
Obr. 6.3: Zatěžovací stavy	54
Obr. 6.4: Normálové síly na jednotlivých prvcích příhradového vazníku	56
Obr. 7.1: Prostorový výpočetní model	58
Obr. 7.2: Prostorový výpočetní model - uložení příhradového vazníku na sloup	58
Obr. 7.3: Prostorový výpočetní model - příhradový vazník	59
Obr. 7.4: Prostorový výpočetní model - příčný ztužující systém	59
Obr. 7.5: Prostorový výpočetní model - výztužný prstenec	59
Obr. 7.6: Prostorový výpočetní model - první vlastní tvar s číslem 2,03	65
Obr. 7.7: Prostorový výpočetní model - nelineární stabilita - první vlastní tvar s hodnotou 1,6	67
Obr. 7.8: Vnitřní síly pro návrh s kombinacemi CO - ohybové momenty $M_y$	67
Obr. 7.9: Vnitřní normálové síly - 3D model	68
Obr. 7.10: Vnitřní prstenec	69
Obr. 7.11: Deformovaná konstrukce - NC3	70
Obr. 7.12: Deformace bez přídavného ztužení-Vlevo deformace $u_x$ , vpravo-deformace $u_y$	70
Obr. 7.13: Ztužení ve střešní rovině	71
Obr. 7.14: Deformace s přídavným ztužením-Vlevo deformace $u_x$ , vpravo-deformace $u_y$	71
Obr. 8.1: Táhlo - normálové síly	72
Obr. 8.2: Táhlo DETAN [24]	72
Obr. 9.1: Normálové tahové síly na ztužujícím systému	73
Obr. 10.1: Styčnický KT	74
	95



Obr. 10.2: Porušení povrchu pásu [25]	74
Obr. 10.3: Porušení prolomení smykem [25]	75
Obr. 10.4: Vykreslení normálových sil kombinace NC3	76
Obr. 10.5: Hodnoty součinitelů $k_g$ [25]	77
Obr. 10.6: Půdorys vetknuté patky sloupu	80
Obr. 10.7: Průřez patky	84
Obr. 10.8: Umístění kritických řezů	85
Obr. 10.9: Statické schéma pro určení sil ve šroubech	86

## 15 Seznam tabulek

Tab. 4.1: Rozměry při vazném ustájení .....	20
Tab. 5.1: Druhy globálních analýz u ocelových konstrukcí .....	24
Tab. 5.2: Skladba střešního pláště .....	26
Tab. 5.3: Skladba obvodového pláště .....	26
Tab. 5.4: Sněhové oblasti.....	26
Tab. 5.5: Větrové oblasti .....	28
Tab. 5.6: Charakteristiky pro výpočet základní.....	29
Tab. 5.7: Charakteristiky pro výpočet střední rychlosti $v_m(z)$ .....	29
Tab. 5.8: Odečtené hodnoty vnějších tlaků $c_{pe,10}$ .....	30
Tab. 5.9: Součinitelé vnějších tlaků.....	32
Tab. 5.10: Typické hodnoty pro rozdělení tlaků na kruhových válcích pro $Re \cdot 10^7$ .....	32
Tab. 5.11: Zatížení větrem na povrch stěny .....	33
Tab. 5.12: Převod na liniové zatížení .....	33
Tab. 5.13: Zatěžovací stavy .....	37
Tab. 5.14: Vnitřní síly – kombinace .....	37
Tab. 5.15: Jednotkový posudek .....	38
Tab. 5.16: Kritický posudek – vnitřní síly 1.512 m.....	39
Tab. 5.17: Posudek rovinné vzpěru .....	39
Tab. 5.18: Parametry klopení.....	40
Tab. 5.19: Parametry $M_{cr}$ .....	40
Tab. 5.20: Zatěžovací stavy .....	41
Tab. 5.21: Jednotkový posudek .....	41
Tab. 5.22: Posudek klopení .....	42
Tab. 5.23: Parametry $M_{cr}$ .....	42
Tab. 5.24: Charakteristiky střešního panelu KS1000 RW 25.....	45
Tab. 5.25: Charakteristiky stěnového panelu KS1150 TF 40.....	46
Tab. 6.1: Zatěžovací stavy .....	53
Tab. 6.2: Lineární kombinace.....	54
Tab. 6.3: Nelineární kombinace.....	55
Tab. 6.4: Kombinace - stabilita.....	55
Tab. 6.5: Rozhodující vnitřní síly pro sloup - HE 300 A .....	55

Tab. 6.6: Rozhodující vnitřní síly pro příhradový nosník .....	56
Tab. 6.7: Návrh a posudek prvků příhradového nosníku .....	57
Tab. 7.1: Zatěžovací stavy .....	61
Tab. 7.2: Skupiny zatížení .....	61
Tab. 7.3: Kombinace - lineární .....	61
Tab. 7.4: Kombinace - lineární - pokračování .....	62
Tab. 7.5: Kombinace - lineární - pokračování .....	63
Tab. 7.6: Kombinace - lineární - pokračování .....	64
Tab. 7.7: Kombinace - nelineární .....	65
Tab. 7.8: Kombinace - stabilitní .....	66
Tab. 7.9: Rozhodující vnitřní síly pro NC - sloup .....	66
Tab. 7.10: Rozhodující vnitřní síly NC - příhradový vazník a ztužidlo - normálové síly ..	67
Tab. 7.11: Návrh a posudek pro NC - příhradový vazník a ztužidlo .....	69
Tab. 7.12: Návrh a posudek pro NC - sloup .....	69
Tab. 10.1: Kombinace NC7 .....	80
Tab. 10.2: Kombinace NC3 .....	81
Tab. 10.3: Průřezové charakteristiky profilu HE 300 A [26] .....	81
Tab. 10.4: Výpočet sil do kotevních šroubů .....	83
Tab. 10.5: Posouzení svaru v kritickém řezu 1-1' NC7 .....	86
Tab. 10.6: Posouzení svaru v kritickém řezu 2-2' NC7 .....	86
Tab. 10.7: Vnitřní síly - NC7 .....	89

## 16 Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka únosností pro TR35/207.....	103
Příloha 2: Tabulka únosností pro TR 50/250.....	105
Příloha 3: Tabulka únosností stěnového panelu KS1150 TF 40 a střešního panelu KS1000 RW 25 .....	107
Příloha 4: Tabulka únosností tenkostěnné vaznice Z240/2(2,5)-S a paždíku C270/2,5-S .....	109
Příloha 5: Táhlo DETAN S-460 .....	110

## 17 Seznam použité literatury

### Normy

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha. Český normalizační institut, Březen 2004.
- [2] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, Prosinec 2006.
- [3] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, Březen 2004.
- [4] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, Červen 2013.
- [5] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, Duben 2013.
- [25] ČSN EN 1993-1-8. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, Prosinec 2006.
- [26] ČSN EN 10025-1. *Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky*. Praha: Český normalizační institut, Září 2005.
- [27] ČSN EN 10025-2. *Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli*. Praha: Český normalizační institut, Říjen 2005.
- [28] ČSN EN 10025-2. *Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce*. Praha: Český normalizační institut, Duben 2009.
- [29] ČSN 73 0210-1. *Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení*. Praha: Český normalizační institut, Prosinec 1992.

## Webové stránky

- [6] *Aquapark Olomouc*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.stavbaroku.cz/>>.
- [7] *Aquapark Bohumín*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.bosport.info.cz/>>.
- [8] *Terminál na mezinárodním letišti Dulles*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.radicestujem.eu/>>.
- [9] *Zimní aréna Chomutov*. Obrázek. [on-line]. <<https://www.chomutov-mesto.cz/>>.
- [10] *Zimní aréna Chomutov*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.konstrukce.cz/>>.
- [11] *Víceúčelové sportoviště*. Obrázek. [on-line]. <<https://www.teplicnadmetuji.cz/>>.
- [12] *Letecké muzeum*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.dpa.sk/>>.
- [17] *Kolotoč*. Obrázek. [on-line]. <<http://http://www.sandwichpanelfiyatlari.com/>>.
- [19] BÍLKOVÁ, Jana. *Kruhová jízdná*. Článek. [on-line]. 2010. <<http://www.ifauna.cz/kone/clanky/r/detail/5108/kruhova-jizdnarna/>>.
- [20] *Plán dostihového závodiště v Pardubicích*. Obrázek. [on-line]. <<http://www.kone-equestrian.cz/>>.
- [22] *Kovové profily, spol. s r. o.* [on-line]. <<http://kovprof.cz/>>.
- [23] *Kingspan a.s.* [on-line]. <<http://www.kingspan.cz/>>.
- [24] *Halfen, spol. s r.o.* [on-line]. <<http://www.halfen.com/>>.
- [30] *Llentab, spol. s r. o.*, Projekt: Kruhová Trnová., Místo stavby: Trnová u Jíloviště.

## Literatura

- [13] MACHÁČEK, Josef a Jiří STUDNIČKA. *Ocelové konstrukce 2*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03174-8.
- [14] KARMAZÍNOVÁ, Marcela., SÝKORA, Karel., Šmak, Milan. *Konstrukce a dopravní stavby - MODUL BO01 - MO2 - Konstrukce - Základní typy konstrukcí, konstrukční řešení staveb, mosty*.
- [15] SÝKORA, Jaroslav. *Zemědělské stavby: základy navrhování*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5273-0.
- [16] NEUFERT, Ernst. *Navrhování staveb: zásady, normy, předpisy o zařízeních, stavbě, vybavení, nárocích na prostor, prostorových vztazích, rozměrech budov, prostorech, vybavení, přístrojích z hlediska člověka jako měřítko a cíle*. 2. české vyd. Přeložil Pavel SCHIER. Praha: Consultinvest, 2000. ISBN 80-901486-6-2.
- [23] GOTTHARDOVÁ, Lenka. *Technická zařízení*. Kniha vychází ze starší publikace Josefa Klementa: *Technická zařízení*. Praha: Vydavatel Institut výchovy a vzdělání MZVŽ ČSR, 1985.
- [25] SOKOL, Zdeněk., WALD, František. *Ocelové konstrukce. Tabulky*. Dotisk 2. Přepřacované vydání 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2013. 84 s. ISBN 978-80-01-04655-5.

## Programy

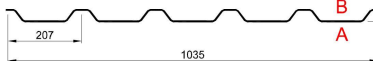
- [21] *SCIA ENGINEER 2016*. Komerční software. [on-line]. <<http://15.scia-engineer.com/cs/index.html>>. Nemetschek AG, München, Německo, 2016

# Příloha

## Příloha 1: Tabulka únosností pro TR35/207

TR 35/207


negativní



dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$\gamma_{M0} = 1,00$

Deformace = L/200

		Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m²]																					
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]											Rozpětí [m]											
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	20,88	11,75	7,52	5,22	3,84	2,94	2,32	1,88	1,55	1,31	1,11	0,96	0,84	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36
		q <sub>d2</sub>	11,80	8,85	7,08	5,22	3,84	2,94	2,32	1,88	1,55	1,31	1,11	0,96	0,84	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36
		q <sub>k</sub>	23,10	9,74	4,99	2,89	1,82	1,22	0,86	0,62	0,47	0,36	0,28	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	27,04	15,21	9,73	6,76	4,97	3,80	3,00	2,43	2,01	1,69	1,44	1,24	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46
		q <sub>d2</sub>	16,86	12,65	9,73	6,76	4,97	3,80	3,00	2,43	2,01	1,69	1,44	1,24	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46
		q <sub>k</sub>	29,44	12,42	6,36	3,68	2,32	1,55	1,09	0,79	0,60	0,46	0,36	0,29	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0,07
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	34,18	19,23	12,31	8,55	6,28	4,81	3,80	3,08	2,54	2,14	1,82	1,57	1,37	1,20	1,06	0,95	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58
		q <sub>d2</sub>	23,28	17,46	12,31	8,55	6,28	4,81	3,80	3,08	2,54	2,14	1,82	1,57	1,37	1,20	1,06	0,95	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58
		q <sub>k</sub>	36,68	15,47	7,92	4,58	2,89	1,93	1,36	0,99	0,74	0,57	0,45	0,36	0,29	0,24	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
1,00	9,86	q <sub>d1</sub>	41,12	23,13	14,80	10,28	7,55	5,78	4,57	3,70	3,06	2,57	2,19	1,89	1,64	1,45	1,28	1,14	1,03	0,93	0,84	0,76	0,70
		q <sub>d2</sub>	30,05	22,54	14,80	10,28	7,55	5,78	4,57	3,70	3,06	2,57	2,19	1,89	1,64	1,45	1,28	1,14	1,03	0,93	0,84	0,76	0,70
		q <sub>k</sub>	43,49	18,35	9,39	5,44	3,42	2,29	1,61	1,17	0,88	0,68	0,53	0,43	0,35	0,29	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	48,89	27,50	17,60	12,22	8,98	6,87	5,43	4,40	3,64	3,06	2,60	2,24	1,96	1,72	1,52	1,36	1,22	1,10	1,00	0,91	0,83
		q <sub>d2</sub>	38,29	27,50	17,60	12,22	8,98	6,87	5,43	4,40	3,64	3,06	2,60	2,24	1,96	1,72	1,52	1,36	1,22	1,10	1,00	0,91	0,83
		q <sub>k</sub>	49,37	20,83	10,66	6,17	3,89	2,60	1,83	1,33	1,00	0,77	0,61	0,49	0,39	0,33	0,27	0,23	0,19	0,17	0,14	0,13	0,11
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	56,19	31,61	20,23	14,05	10,32	7,90	6,24	5,06	4,18	3,51	2,99	2,58	2,25	1,98	1,75	1,56	1,40	1,26	1,15	1,04	0,96
		q <sub>d2</sub>	46,72	31,61	20,23	14,05	10,32	7,90	6,24	5,06	4,18	3,51	2,99	2,58	2,25	1,98	1,75	1,56	1,40	1,26	1,15	1,04	0,96
		q <sub>k</sub>	54,79	23,12	11,84	6,85	4,31	2,89	2,03	1,48	1,11	0,86	0,67	0,54	0,44	0,36	0,30	0,25	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12

t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]	Rozpětí [m]																					
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	14,52	9,13	6,28	4,59	3,50	2,71	2,16	1,75	1,45	1,22	1,04	0,90	0,78	0,69	0,61	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33
		q <sub>d2</sub>	12,11	7,82	5,49	4,08	3,15	2,51	2,05	1,70	1,44	1,22	1,04	0,90	0,78	0,69	0,61	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33
		q <sub>k</sub>	55,64	23,47	12,02	6,95	4,38	2,93	2,06	1,50	1,13	0,87	0,68	0,55	0,45	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	19,76	12,37	8,49	6,18	4,66	3,59	2,86	2,32	1,92	1,61	1,37	1,18	1,03	0,91	0,80	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44
		q <sub>d2</sub>	16,52	10,63	7,44	5,51	4,25	3,37	2,76	2,29	1,92	1,61	1,37	1,18	1,03	0,91	0,80	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44
		q <sub>k</sub>	70,91	29,92	15,32	8,86	5,58	3,74	2,63	1,91	1,44	1,11	0,87	0,70	0,57	0,47	0,39	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	26,15	16,32	11,17	8,12	6,03	4,64	3,71	3,00	2,48	2,09	1,78	1,53	1,34	1,18	1,04	0,93	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57
		q <sub>d2</sub>	21,93	14,07	9,82	7,25	5,58	4,43	3,62	3,00	2,48	2,09	1,78	1,53	1,34	1,18	1,04	0,93	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57
		q <sub>k</sub>	88,36	37,27	19,08	11,04	6,96	4,66	3,27	2,39	1,79	1,38	1,09	0,87	0,71	0,58	0,49	0,41	0,35	0,30	0,26	0,22	0,20
1,00	9,86	q <sub>d1</sub>	32,69	20,29	13,79	9,86	7,28	5,59	4,43	3,59	2,97	2,50	2,13	1,84	1,60	1,41	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68
		q <sub>d2</sub>	27,46	17,53	12,16	8,94	6,85	5,42	4,41	3,59	2,97	2,50	2,13	1,84	1,60	1,41	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68
		q <sub>k</sub>	104,76	44,20	22,63	13,10	8,25	5,52	3,88	2,83	2,13	1,64	1,29	1,03	0,84	0,69	0,58	0,49	0,41	0,35	0,31	0,27	0,23
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	39,70	24,36	16,37	11,45	8,45	6,49	5,15	4,17	3,45	2,90	2,47	2,13	1,86	1,63	1,45	1,29	1,16	1,05	0,95	0,86	0,79
		q <sub>d2</sub>	33,41	21,10	14,56	10,67	8,15	6,44	5,15	4,17	3,45	2,90	2,47	2,13	1,86	1,63	1,45	1,29	1,16	1,05	0,95	0,86	0,79
		q <sub>k</sub>	118,92	50,17	25,69	14,87	9,36	6,27	4,40	3,21	2,41	1,86	1,46	1,17	0,95	0,78	0,65	0,55	0,47	0,40	0,35	0,30	0,26
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	46,32	28,25	18,48	12,93	9,54	7,33	5,81	4,71	3,90	3,28	2,79	2,41	2,10	1,84	1,63	1,46	1,31	1,18	1,07	0,98	0,89
		q <sub>d2</sub>	39,05	24,52	16,86	12,31	9,39	7,33	5,81	4,71	3,90	3,28	2,79	2,41	2,10	1,84	1,63	1,46	1,31	1,18	1,07	0,98	0,89
		q <sub>k</sub>	131,99	55,68	28,51	16,50	10,39	6,96	4,89	3,56	2,68	2,06	1,62	1,30	1,06	0,87	0,73	0,61	0,52	0,45	0,38	0,33	0,29

t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]	Rozpětí [m]																		pro spojitý nosník o třech polích lze únosnost zvýšit o 7 %									
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75							
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	16,75	10,55	7,27	5,32	4,06	3,16	2,52	2,04	1,69	1,42	1,21	1,04	0,91	0,80	0,71	0,63	0,57	0,51	0,46	0,42	0,39						
		q <sub>d2</sub>	13,69	8,90	6,27	4,67	3,61	2,88	2,36	1,96	1,66	1,42	1,21	1,04	0,91	0,80	0,71	0,63	0,57	0,51	0,46	0,42	0,39						
		q <sub>k</sub>	43,91	18,52	9,48	5,49	3,46	2,32	1,63	1,19	0,89	0,69	0,54	0,43	0,35	0,29	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10						
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	22,83	14,32	9,83	7,17	5,44	4,18	3,34	2,70	2,24	1,88	1,60	1,38	1,20	1,06	0,94	0,84	0,75	0,68	0,61	0,56	0,51						
		q <sub>d2</sub>	18,71	12,11	8,51	6,31	4,88	3,88	3,18	2,64	2,23	1,88	1,60	1,38	1,20	1,06	0,94	0,84	0,75	0,68	0,61	0,56	0,51						
		q <sub>k</sub>	55,96	23,61	12,09	7,00	4,41	2,95	2,07	1,51	1,14	0,87	0,69	0,55	0,45	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12						
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	30,26	18,91	12,95	9,43	7,03	5,41	4,32	3,50	2,90	2,44	2,08	1,79	1,56	1,37	1,21	1,08	0,97	0,88	0,80	0,73	0,66						
		q <sub>d2</sub>	24,85	16,03	11,23	8,32	6,42	5,10	4,18	3,46	2,90	2,44	2,08	1,79	1,56	1,37	1,21	1,08	0,97	0,88	0,80	0,73	0,66						
		q <sub>k</sub>	69,73	29,42	15,06	8,72	5,49	3,68	2,58	1,88	1,41	1,09	0,86	0,69	0,56	0,46	0,38	0,32	0,27	0,24	0,20	0,18	0,15						
1,00	9,86	q <sub>d1</sub>	37,86	23,53	16,01	11,48	8,48	6,51	5,17	4,19	3,47	2,91	2,48	2,14	1,87	1,64	1,45	1,30	1,16	1,05	0,95	0,87	0,79						
		q <sub>d2</sub>	31,14	19,99	13,92	10,26	7,88	6,25	5,08	4,19	3,47	2,91	2,48	2,14	1,87	1,64	1,45	1,30	1,16	1,05	0,95	0,87	0,79						
		q <sub>k</sub>	82,68	34,88	17,86	10,33	6,51	4,36	3,06	2,23	1,68	1,29	1,02	0,81	0,66	0,54	0,45	0,38	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18						
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	46,07	28,30	19,04	13,33	9,84	7,56	6,00	4,87	4,02	3,38	2,88	2,49	2,17	1,91	1,69	1,51	1,35	1,22	1,11	1,01	0,92						
		q <sub>d2</sub>	37,95	24,10	16,70	12,26	9,39	7,43	6,00	4,87	4,02	3,38	2,88	2,49	2,17	1,91	1,69	1,51	1,35	1,22	1,11	1,01	0,92						
		q <sub>k</sub>	93,85	39,59	20,27	11,73	7,39	4,95	3,48	2,53	1,90	1,47	1,15	0,92	0,75	0,62	0,52	0,43	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21						
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	53,87	32,88	21,50	15,05	11,11	8,54	6,78	5,49	4,54	3,82	3,26	2,81	2,45	2,15	1,91	1,70	1,53	1,38	1,25	1,14	1,04						
		q <sub>d2</sub>	44,41	28,05	19,35	14,17	10,82	8,54	6,78	5,49	4,54	3,82	3,26	2,81	2,45	2,15	1,91	1,70	1,53	1,38	1,25	1,14	1,04						
		q <sub>k</sub>																											



# TR 35/207


pozitivní





dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$\gamma_{M0} = 1,00$

Deformace = **L/200**

		Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m²]																					
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]											Rozpětí [m]											
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	19,52	10,98	7,03	4,88	3,59	2,74	2,17	1,76	1,45	1,22	1,04	0,90	0,78	0,69	0,61	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33
		q <sub>d2</sub>	11,80	8,85	7,03	4,88	3,59	2,74	2,17	1,76	1,45	1,22	1,04	0,90	0,78	0,69	0,61	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33
		q <sub>k</sub>	16,80	7,09	3,63	2,10	1,32	0,89	0,62	0,45	0,34	0,26	0,21	0,17	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	25,82	14,53	9,30	6,46	4,74	3,63	2,87	2,32	1,92	1,61	1,38	1,19	1,03	0,91	0,80	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44
		q <sub>d2</sub>	16,86	12,65	9,30	6,46	4,74	3,63	2,87	2,32	1,92	1,61	1,38	1,19	1,03	0,91	0,80	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44
		q <sub>k</sub>	21,44	9,05	4,63	2,68	1,69	1,13	0,79	0,58	0,44	0,34	0,26	0,21	0,17	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	33,46	18,82	12,05	8,37	6,15	4,71	3,72	3,01	2,49	2,09	1,78	1,54	1,34	1,18	1,04	0,93	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57
		q <sub>d2</sub>	23,28	17,46	12,05	8,37	6,15	4,71	3,72	3,01	2,49	2,09	1,78	1,54	1,34	1,18	1,04	0,93	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57
		q <sub>k</sub>	27,54	11,62	5,95	3,44	2,17	1,45	1,02	0,74	0,56	0,43	0,34	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
1,00	9,66	q <sub>d1</sub>	40,05	22,53	14,42	10,01	7,36	5,63	4,45	3,60	2,98	2,50	2,13	1,84	1,60	1,41	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68
		q <sub>d2</sub>	30,05	22,53	14,42	10,01	7,36	5,63	4,45	3,60	2,98	2,50	2,13	1,84	1,60	1,41	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68
		q <sub>k</sub>	33,56	14,16	7,25	4,20	2,64	1,77	1,24	0,91	0,68	0,52	0,41	0,33	0,27	0,22	0,18	0,16	0,13	0,11	0,10	0,09	0,07
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	46,52	26,17	16,75	11,63	8,54	6,54	5,17	4,19	3,46	2,91	2,48	2,14	1,86	1,64	1,45	1,29	1,16	1,05	0,95	0,86	0,79
		q <sub>d2</sub>	38,29	26,17	16,75	11,63	8,54	6,54	5,17	4,19	3,46	2,91	2,48	2,14	1,86	1,64	1,45	1,29	1,16	1,05	0,95	0,86	0,79
		q <sub>k</sub>	40,43	17,06	8,73	5,05	3,18	2,13	1,50	1,09	0,82	0,63	0,50	0,40	0,32	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	52,53	29,55	18,91	13,13	9,65	7,39	5,84	4,73	3,91	3,28	2,80	2,41	2,10	1,85	1,64	1,46	1,31	1,18	1,07	0,98	0,89
		q <sub>d2</sub>	46,72	29,55	18,91	13,13	9,65	7,39	5,84	4,73	3,91	3,28	2,80	2,41	2,10	1,85	1,64	1,46	1,31	1,18	1,07	0,98	0,89
		q <sub>k</sub>	47,01	19,83	10,16	5,88	3,70	2,48	1,74	1,27	0,95	0,73	0,58	0,46	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10

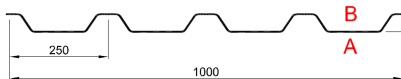
		Rozpětí [m]																							
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]											Rozpětí [m]							pro spojitý nosník o třech polích lze únosnost zvýšit o 7%						
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75			
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	15,19	9,57	6,60	4,83	3,69	2,91	2,31	1,87	1,55	1,30	1,11	0,96	0,83	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36		
		q <sub>d2</sub>	12,65	8,19	5,75	4,28	3,31	2,63	2,15	1,79	1,51	1,29	1,11	0,96	0,83	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36		
		q <sub>k</sub>	40,47	17,07	8,74	5,06	3,19	2,13	1,50	1,09	0,82	0,63	0,50	0,40	0,32	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09		
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	20,55	12,86	8,82	6,43	4,89	3,78	2,99	2,43	2,01	1,69	1,44	1,24	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46		
		q <sub>d2</sub>	17,17	11,04	7,72	5,71	4,40	3,50	2,85	2,37	2,00	1,69	1,44	1,24	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46		
		q <sub>k</sub>	51,66	21,79	11,16	6,46	4,07	2,72	1,91	1,39	1,05	0,81	0,63	0,51	0,41	0,34	0,28	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11		
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	26,98	16,77	11,45	8,32	6,23	4,78	3,78	3,07	2,54	2,13	1,82	1,57	1,37	1,20	1,06	0,95	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58		
		q <sub>d2</sub>	22,61	14,44	10,06	7,42	5,70	4,52	3,68	3,05	2,54	2,13	1,82	1,57	1,37	1,20	1,06	0,95	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58		
		q <sub>k</sub>	66,34	27,99	14,33	8,29	5,22	3,50	2,46	1,79	1,35	1,04	0,82	0,65	0,53	0,44	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15		
1,00	9,66	q <sub>d1</sub>	33,42	20,67	14,06	10,15	7,49	5,75	4,55	3,69	3,05	2,56	2,19	1,88	1,64	1,44	1,28	1,14	1,02	0,92	0,84	0,76	0,70		
		q <sub>d2</sub>	28,06	17,85	12,38	9,11	6,99	5,54	4,49	3,69	3,05	2,56	2,19	1,88	1,64	1,44	1,28	1,14	1,02	0,92	0,84	0,76	0,70		
		q <sub>k</sub>	80,85	34,11	17,46	10,11	6,36	4,26	2,99	2,18	1,64	1,26	0,99	0,80	0,65	0,53	0,44	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18		
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	40,86	25,15	17,05	12,06	8,89	6,84	5,41	4,38	3,63	3,05	2,60	2,24	1,95	1,72	1,52	1,36	1,22	1,10	1,00	0,91	0,83		
		q <sub>d2</sub>	34,39	21,77	15,05	11,05	8,45	6,69	5,41	4,38	3,63	3,05	2,60	2,24	1,95	1,72	1,52	1,36	1,22	1,10	1,00	0,91	0,83		
		q <sub>k</sub>	97,39	41,09	21,04	12,17	7,67	5,14	3,61	2,63	1,98	1,52	1,20	0,96	0,78	0,64	0,54	0,45	0,38	0,33	0,28	0,25	0,22		
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	48,11	29,49	19,82	13,85	10,22	7,86	6,21	5,04	4,17	3,50	2,99	2,58	2,24	1,97	1,75	1,56	1,40	1,26	1,15	1,04	0,96		
		q <sub>d2</sub>	40,55	25,57	17,63	12,91	9,86	7,79	6,21	5,04	4,17	3,50	2,99	2,58	2,24	1,97	1,75	1,56	1,40	1,26	1,15	1,04	0,96		
		q <sub>k</sub>	113,25	47,78	24,46	14,16	8,91	5,97	4,19	3,06	2,30	1,77	1,39	1,11	0,91	0,75	0,62	0,52	0,45	0,38	0,33	0,29	0,25		

		Rozpětí [m]																							
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]											Rozpětí [m]													
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75			
0,63	6,09	q <sub>d1</sub>	17,46	11,03	7,62	5,58	4,27	3,37	2,70	2,19	1,81	1,52	1,30	1,12	0,97	0,86	0,76	0,68	0,61	0,55	0,50	0,45	0,41		
		q <sub>d2</sub>	14,28	9,29	6,56	4,89	3,79	3,02	2,47	2,06	1,74	1,49	1,29	1,12	0,97	0,86	0,76	0,68	0,61	0,55	0,50	0,45	0,41		
		q <sub>k</sub>	31,94	13,47	6,90	3,99	2,51	1,68	1,18	0,86	0,65	0,50	0,39	0,31	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07		
0,75	7,25	q <sub>d1</sub>	23,68	14,85	10,20	7,44	5,67	4,41	3,49	2,83	2,34	1,97	1,68	1,45	1,26	1,11	0,98	0,88	0,79	0,71	0,64	0,59	0,54		
		q <sub>d2</sub>	19,41	12,55	8,81	6,54	5,05	4,02	3,28	2,73	2,30	1,97	1,68	1,45	1,26	1,11	0,98	0,88	0,79	0,71	0,64	0,59	0,54		
		q <sub>k</sub>	40,77	17,20	8,81	5,10	3,21	2,15	1,51	1,10	0,83	0,64	0,50	0,40	0,33	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09		
0,88	8,50	q <sub>d1</sub>	31,15	19,41	13,26	9,64	7,26	5,57	4,41	3,58	2,96	2,49	2,12	1,83	1,59	1,40	1,24	1,11	0,99	0,90	0,81	0,74	0,68		
		q <sub>d2</sub>	25,59	16,45	11,50	8,51	6,55	5,21	4,24	3,52	2,96	2,49	2,12	1,83	1,59	1,40	1,24	1,11	0,99	0,90	0,81	0,74	0,68		
		q <sub>k</sub>	52,35	22,09	11,31	6,54	4,12	2,76	1,94	1,41	1,06	0,82	0,64	0,52	0,42	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,13	0,12		
1,00	9,66	q <sub>d1</sub>	38,65	23,95	16,31	11,82	8,72	6,70	5,31	4,30	3,56	2,99	2,55	2,20	1,92	1,68	1,49	1,33	1,20	1,08	0,98	0,89	0,82		
		q <sub>d2</sub>	31,79	20,34	14,17	10,45	8,04	6,37	5,18	4,29	3,56	2,99	2,55	2,20	1,92	1,68	1,49	1,33	1,20	1,08	0,98	0,89	0,82		
		q <sub>k</sub>	63,81	26,92	13,78	7,98	5,02	3,36	2,36	1,72	1,29	1,00	0,78	0,63	0,51	0,42	0,35	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14		
1,13	10,92	q <sub>d1</sub>	47,34	29,18	19,80	14,04	10,36	7,96	6,30	5,11	4,23	3,55	3,03	2,61	2,28	2,00	1,77	1,58	1,42	1,28	1,16	1,06	0,97		
		q <sub>d2</sub>	39,00	24,84	17,24	12,69	9,73	7,70	6,26	5,11	4,23	3,55	3,03	2,61	2,28	2,00	1,77	1,58	1,42	1,28	1,16	1,06	0,97		
		q <sub>k</sub>	76,86	32,42	16,60	9,61	6,05	4,05	2,85	2,08	1,56	1,20	0,94	0,76	0,61	0,51	0,42	0,36	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17		
1,25	12,08	q <sub>d1</sub>	55,81	34,25	23,03	16,12	11,90	9,14	7,24	5,87	4,86	4,09													

## Příloha 2: Tabulka únosností pro TR 50/250

# TR 50/250


negativní





dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$\gamma_{MO} = 1,00$

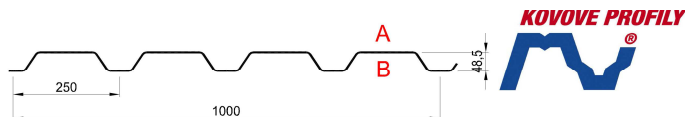
Deformace = **L/200**

		Připustné rovnoměrné zatížení																			[kN/m²]		
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]												
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	14,90	9,54	6,62	4,87	3,73	2,94	2,38	1,97	1,66	1,41	1,22	1,06	0,93	0,83	0,74	0,66	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41
		q <sub>d2</sub>	5,92	4,74	3,95	3,38	2,96	2,63	2,37	1,97	1,66	1,41	1,22	1,06	0,93	0,83	0,74	0,66	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41
		q <sub>k</sub>	17,87	9,15	5,29	3,33	2,23	1,57	1,14	0,86	0,66	0,52	0,42	0,34	0,28	0,23	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	20,40	13,06	9,07	6,66	5,10	4,03	3,26	2,70	2,27	1,93	1,67	1,45	1,28	1,13	1,01	0,90	0,82	0,74	0,67	0,62	0,57
		q <sub>d2</sub>	8,72	6,97	5,81	4,98	4,36	3,87	3,26	2,70	2,27	1,93	1,67	1,45	1,28	1,13	1,01	0,90	0,82	0,74	0,67	0,62	0,57
		q <sub>k</sub>	22,71	11,63	6,73	4,24	2,84	1,99	1,45	1,09	0,84	0,66	0,53	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	25,76	16,49	11,45	8,41	6,44	5,09	4,12	3,41	2,86	2,44	2,10	1,83	1,61	1,43	1,27	1,14	1,03	0,93	0,85	0,78	0,72
		q <sub>d2</sub>	12,31	9,85	8,21	7,03	6,15	5,09	4,12	3,41	2,86	2,44	2,10	1,83	1,61	1,43	1,27	1,14	1,03	0,93	0,85	0,78	0,72
		q <sub>k</sub>	28,26	14,47	8,37	5,27	3,53	2,48	1,81	1,36	1,05	0,82	0,66	0,54	0,44	0,37	0,31	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	31,03	19,86	13,79	10,13	7,76	6,13	4,96	4,10	3,45	2,94	2,53	2,21	1,94	1,72	1,53	1,38	1,24	1,13	1,03	0,94	0,86
		q <sub>d2</sub>	16,13	12,91	10,76	9,22	7,76	6,13	4,96	4,10	3,45	2,94	2,53	2,21	1,94	1,72	1,53	1,38	1,24	1,13	1,03	0,94	0,86
		q <sub>k</sub>	33,62	17,21	9,96	6,27	4,20	2,95	2,15	1,62	1,25	0,98	0,78	0,64	0,53	0,44	0,37	0,31	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	37,02	23,69	16,45	12,09	9,26	7,31	5,92	4,90	4,11	3,50	3,02	2,63	2,31	2,05	1,83	1,64	1,48	1,34	1,22	1,12	1,03
		q <sub>d2</sub>	20,83	16,66	13,88	11,90	9,26	7,31	5,92	4,90	4,11	3,50	3,02	2,63	2,31	2,05	1,83	1,64	1,48	1,34	1,22	1,12	1,03
		q <sub>k</sub>	39,65	20,30	11,75	7,40	4,96	3,48	2,54	1,91	1,47	1,15	0,92	0,75	0,62	0,52	0,44	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	42,77	27,37	19,01	13,97	10,69	8,45	6,84	5,66	4,75	4,05	3,49	3,04	2,67	2,37	2,11	1,90	1,71	1,55	1,41	1,29	1,19
		q <sub>d2</sub>	25,65	20,52	17,10	13,97	10,69	8,45	6,84	5,66	4,75	4,05	3,49	3,04	2,67	2,37	2,11	1,90	1,71	1,55	1,41	1,29	1,19
		q <sub>k</sub>	45,40	23,25	13,45	8,47	5,68	3,99	2,91	2,18	1,68	1,32	1,06	0,86	0,71	0,59	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21

t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]												
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	8,82	6,31	4,75	3,72	2,99	2,46	2,06	1,75	1,51	1,31	1,15	1,02	0,91	0,80	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44	0,40
		q <sub>d2</sub>	7,63	5,53	4,22	3,33	2,70	2,24	1,89	1,61	1,39	1,22	1,07	0,95	0,85	0,76	0,69	0,63	0,57	0,53	0,48	0,44	0,40
		q <sub>k</sub>	43,04	22,04	12,75	8,03	5,38	3,78	2,75	2,07	1,59	1,25	1,00	0,82	0,67	0,56	0,47	0,40	0,34	0,30	0,26	0,23	0,20
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	12,22	8,69	6,51	5,07	4,06	3,33	2,79	2,37	2,03	1,76	1,54	1,35	1,19	1,05	0,94	0,84	0,76	0,69	0,63	0,58	0,53
		q <sub>d2</sub>	10,60	7,65	5,80	4,56	3,69	3,04	2,57	2,19	1,89	1,64	1,44	1,28	1,14	1,03	0,93	0,84	0,76	0,69	0,63	0,58	0,53
		q <sub>k</sub>	54,71	28,01	16,21	10,21	6,84	4,80	3,50	2,63	2,03	1,59	1,28	1,04	0,85	0,71	0,60	0,51	0,44	0,38	0,33	0,29	0,25
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	16,37	11,59	8,65	6,71	5,37	4,39	3,67	3,11	2,66	2,31	1,99	1,73	1,52	1,35	1,21	1,08	0,98	0,89	0,81	0,74	0,68
		q <sub>d2</sub>	14,23	10,22	7,73	6,06	4,88	4,02	3,39	2,88	2,48	2,16	1,89	1,68	1,50	1,34	1,21	1,08	0,98	0,89	0,81	0,74	0,68
		q <sub>k</sub>	68,08	34,85	20,17	12,70	8,51	5,98	4,36	3,27	2,52	1,98	1,59	1,29	1,06	0,89	0,75	0,64	0,54	0,47	0,41	0,36	0,32
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	20,62	14,54	10,83	8,39	6,69	5,46	4,57	3,86	3,30	2,82	2,44	2,12	1,87	1,65	1,47	1,32	1,19	1,08	0,99	0,90	0,83
		q <sub>d2</sub>	17,96	12,86	9,69	7,58	6,10	5,02	4,22	3,59	3,08	2,68	2,35	2,08	1,85	1,65	1,47	1,32	1,19	1,08	0,99	0,90	0,83
		q <sub>k</sub>	80,98	41,46	24,00	15,11	10,12	7,11	5,18	3,89	3,00	2,36	1,89	1,54	1,27	1,05	0,89	0,76	0,65	0,56	0,49	0,43	0,37
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	25,65	18,04	13,40	10,36	8,25	6,73	5,63	4,75	4,02	3,43	2,96	2,58	2,26	2,01	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,10	1,01
		q <sub>d2</sub>	22,37	15,98	12,02	9,39	7,54	6,20	5,21	4,42	3,80	3,30	2,89	2,56	2,26	2,01	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,10	1,01
		q <sub>k</sub>	95,50	48,90	28,30	17,82	11,94	8,38	6,11	4,59	3,54	2,78	2,23	1,81	1,49	1,24	1,05	0,89	0,76	0,66	0,57	0,50	0,44
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	30,67	21,53	15,95	12,29	9,76	7,95	6,61	5,53	4,65	3,96	3,42	2,98	2,62	2,32	2,07	1,86	1,68	1,52	1,39	1,27	1,17
		q <sub>d2</sub>	26,80	19,11	14,33	11,15	8,94	7,33	6,13	5,19	4,46	3,87	3,39	2,98	2,62	2,32	2,07	1,86	1,68	1,52	1,39	1,27	1,17
		q <sub>k</sub>	109,37	56,00	32,41	20,41	13,67	9,60	7,00	5,26	4,05	3,19	2,55	2,07	1,71	1,42	1,20	1,02	0,87	0,76	0,66	0,58	0,51


t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]										pro spojitý nosník o třech polích lze únosnost zvýšit o 7%									
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00								
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	10,06	7,21	5,44	4,26	3,43	2,82	2,38	2,02	1,74	1,51	1,33	1,17	1,05	0,94	0,84	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47							
		q <sub>d2</sub>	7,40	5,92	4,78	3,79	3,08	2,55	2,16	1,85	1,60	1,40	1,23	1,09	0,98	0,88	0,80	0,72	0,66	0,61	0,56	0,51	0,47							
		q <sub>k</sub>	33,97	17,39	10,06	6,34	4,25	2,98	2,17	1,63	1,26	0,99	0,79	0,64	0,53	0,44	0,37	0,32	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16							
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	13,97	9,95	7,48	5,83	4,68	3,84	3,22	2,73	2,34	2,04	1,78	1,58	1,39	1,23	1,10	0,98	0,89	0,81	0,73	0,67	0,62							
		q <sub>d2</sub>	10,90	8,66	6,59	5,20	4,21	3,48	2,94	2,51	2,16	1,89	1,66	1,47	1,32	1,18	1,07	0,97	0,89	0,81	0,73	0,67	0,62							
		q <sub>k</sub>	43,17	22,10	12,79	8,06	5,40	3,79	2,76	2,08	1,60	1,26	1,01	0,82	0,67	0,56	0,47	0,40	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20							
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	18,75	13,30	9,95	7,73	6,19	5,06	4,24	3,59	3,08	2,67	2,32	2,02	1,78	1,58	1,41	1,26	1,14	1,03	0,94	0,86	0,79							
		q <sub>d2</sub>	15,39	11,60	8,79	6,91	5,58	4,61	3,88	3,31	2,85	2,48	2,18	1,93	1,72	1,55	1,40	1,26	1,14	1,03	0,94	0,86	0,79							
		q <sub>k</sub>	53,72	27,51	15,92	10,02	6,72	4,72	3,44	2,58	1,99	1,57	1,25	1,02	0,84	0,70	0,59	0,50	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25							
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	23,85	16,71	12,47	9,67	7,72	6,31	5,28	4,47	3,82	3,29	2,84	2,48	2,18	1,93	1,72	1,54	1,39	1,26	1,15	1,05	0,97							
		q <sub>d2</sub>	20,17	14,61	11,05	8,66	6,98	5,75	4,85	4,12	3,55	3,09	2,71	2,40	2,14	1,92	1,72	1,54	1,39	1,26	1,15	1,05	0,97							
		q <sub>k</sub>	63,91	32,72	18,94	11,93	7,98	5,61	4,09	3,07	2,37	1,86	1,49	1,21	1,00	0,83	0,70	0,60	0,51	0,44	0,38	0,34	0,30							
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	29,45	20,75	15,45	11,96	9,53	7,78	6,51	5,50	4,69	4,00	3,45	3,00	2,64	2,34	2,09	1,87	1,69	1,54	1,40	1,28	1,18							
		q <sub>d2</sub>	25,34	18,17	13,71	10,73	8,64	7,11	5,98	5,08	4,37	3,80	3,33	2,95	2,63	2,34	2,09	1,87	1,69	1,54	1,40	1,28	1,18							
		q <sub>k</sub>	75,37	38,59	22,33	14,06	9,42	6,62	4,82	3,62	2,79	2,20	1,76	1,43	1,18	0,98	0,83	0,70	0,60	0,52	0,45	0,40	0,35							
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	35,26	24,79	18,40	14,19	11,29	9,19	7,65	6,45	5,42	4,62	3,99	3,48	3,06	2,71	2,42	2,17	1,96	1,78	1,62	1,48	1,36							
		q <sub>d2</sub>	30,37	21,74	16,35	12,76	10,24	8,41	7,04	5,98	5,13	4,46	3,91	3,46	3,06	2,71	2,42	2,17	1,96	1,78										


**pozitivní**




dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$$\gamma_{Mo} = 1,00$$
$$\text{Deformace} = L/200$$

		Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m²]																					
t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]												
			1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	14,56	9,32	6,47	4,75	3,64	2,88	2,33	1,93	1,62	1,38	1,19	1,04	0,91	0,81	0,72	0,65	0,58	0,53	0,48	0,44	0,40
		q <sub>d2</sub>	5,92	4,74	3,95	3,38	2,96	2,63	2,33	1,93	1,62	1,38	1,19	1,04	0,91	0,81	0,72	0,65	0,58	0,53	0,48	0,44	0,40
		q <sub>k</sub>	13,47	6,90	3,99	2,51	1,68	1,18	0,86	0,65	0,50	0,39	0,31	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	19,04	12,19	8,46	6,22	4,76	3,76	3,05	2,52	2,12	1,80	1,55	1,35	1,19	1,05	0,94	0,84	0,76	0,69	0,63	0,58	0,53
		q <sub>d2</sub>	8,72	6,97	5,81	4,98	4,36	3,76	3,05	2,52	2,12	1,80	1,55	1,35	1,19	1,05	0,94	0,84	0,76	0,69	0,63	0,58	0,53
		q <sub>k</sub>	17,13	8,77	5,08	3,20	2,14	1,50	1,10	0,82	0,63	0,50	0,40	0,32	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	24,44	15,64	10,86	7,98	6,11	4,83	3,91	3,23	2,72	2,31	1,99	1,74	1,53	1,35	1,21	1,08	0,98	0,89	0,81	0,74	0,68
		q <sub>d2</sub>	12,31	9,85	8,21	7,03	6,11	4,83	3,91	3,23	2,72	2,31	1,99	1,74	1,53	1,35	1,21	1,08	0,98	0,89	0,81	0,74	0,68
		q <sub>k</sub>	21,36	10,94	6,33	3,90	2,67	1,88	1,37	1,03	0,79	0,62	0,50	0,41	0,33	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,13	0,11	0,10
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	29,89	19,13	13,29	9,76	7,47	5,91	4,78	3,95	3,32	2,83	2,44	2,13	1,87	1,66	1,48	1,32	1,20	1,08	0,99	0,90	0,83
		q <sub>d2</sub>	16,13	12,91	10,76	9,22	7,47	5,91	4,78	3,95	3,32	2,83	2,44	2,13	1,87	1,66	1,48	1,32	1,20	1,08	0,99	0,90	0,83
		q <sub>k</sub>	25,57	13,09	7,58	4,77	3,20	2,24	1,64	1,23	0,95	0,74	0,60	0,48	0,40	0,33	0,28	0,24	0,20	0,18	0,15	0,13	0,12
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	36,30	23,23	16,13	11,85	9,08	7,17	5,81	4,80	4,03	3,44	2,96	2,58	2,27	2,01	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,10	1,01
		q <sub>d2</sub>	20,83	16,66	13,88	11,85	9,08	7,17	5,81	4,80	4,03	3,44	2,96	2,58	2,27	2,01	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,10	1,01
		q <sub>k</sub>	30,82	15,78	9,13	5,75	3,85	2,71	1,97	1,48	1,14	0,90	0,72	0,58	0,48	0,40	0,34	0,29	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	42,00	26,88	18,67	13,71	10,50	8,30	6,72	5,55	4,67	3,98	3,43	2,99	2,63	2,33	2,07	1,86	1,68	1,52	1,39	1,27	1,17
		q <sub>d2</sub>	25,65	20,52	17,10	13,71	10,50	8,30	6,72	5,55	4,67	3,98	3,43	2,99	2,63	2,33	2,07	1,86	1,68	1,52	1,39	1,27	1,17
		q <sub>k</sub>	35,92	18,39	10,64	6,70	4,49	3,15	2,30	1,73	1,33	1,05	0,84	0,68	0,56	0,47	0,39	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17

t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]																								
			1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00												
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	8,99	6,43	4,84	3,78	3,04	2,50	2,09	1,78	1,53	1,33	1,17	1,03	0,92	0,82	0,73	0,66	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41												
		q <sub>d2</sub>	7,77	5,64	4,29	3,39	2,75	2,28	1,92	1,64	1,42	1,24	1,09	0,97	0,86	0,78	0,70	0,64	0,58	0,53	0,49	0,45	0,41												
		q <sub>k</sub>	32,44	16,61	9,61	6,05	4,06	2,85	2,08	1,56	1,20	0,95	0,76	0,62	0,51	0,42	0,36	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15												
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	12,66	9,03	6,78	5,29	4,25	3,49	2,92	2,48	2,13	1,85	1,62	1,43	1,27	1,13	1,01	0,90	0,81	0,74	0,67	0,62	0,57												
		q <sub>d2</sub>	10,97	7,93	6,03	4,75	3,85	3,18	2,68	2,28	1,97	1,72	1,52	1,34	1,20	1,08	0,98	0,89	0,81	0,74	0,67	0,62	0,57												
		q <sub>k</sub>	41,27	21,13	12,23	7,70	5,16	3,62	2,64	1,98	1,53	1,20	0,96	0,78	0,64	0,54	0,45	0,39	0,33	0,29	0,25	0,22	0,19												
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	16,91	11,98	8,96	6,96	5,56	4,56	3,80	3,22	2,76	2,40	2,10	1,83	1,61	1,42	1,27	1,14	1,03	0,93	0,85	0,78	0,72												
		q <sub>d2</sub>	14,69	10,56	7,99	6,27	5,07	4,17	3,50	2,98	2,57	2,24	1,97	1,74	1,56	1,40	1,26	1,14	1,03	0,93	0,85	0,78	0,72												
		q <sub>k</sub>	51,46	26,35	15,25	9,60	6,43	4,52	3,29	2,47	1,91	1,50	1,20	0,98	0,80	0,67	0,56	0,48	0,41	0,36	0,31	0,27	0,24												
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	21,20	14,95	11,14	8,63	6,88	5,63	4,69	3,96	3,39	2,93	2,53	2,20	1,94	1,72	1,53	1,37	1,24	1,12	1,02	0,94	0,86												
		q <sub>d2</sub>	18,45	13,21	9,96	7,79	6,27	5,17	4,33	3,68	3,16	2,75	2,42	2,14	1,91	1,71	1,53	1,37	1,24	1,12	1,02	0,94	0,86												
		q <sub>k</sub>	61,60	31,54	18,25	11,49	7,70	5,41	3,94	2,96	2,28	1,79	1,44	1,17	0,96	0,80	0,68	0,57	0,49	0,43	0,37	0,32	0,29												
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	26,22	18,41	13,67	10,56	8,41	6,86	5,70	4,81	4,10	3,49	3,01	2,63	2,31	2,05	1,83	1,64	1,48	1,34	1,22	1,12	1,03												
		q <sub>d2</sub>	22,87	16,31	12,25	9,56	7,68	6,31	5,28	4,48	3,85	3,34	2,93	2,59	2,31	2,05	1,83	1,64	1,48	1,34	1,22	1,12	1,03												
		q <sub>k</sub>	74,25	38,02	22,00	13,85	9,28	6,52	4,75	3,57	2,75	2,16	1,73	1,41	1,16	0,97	0,81	0,69	0,59	0,51	0,45	0,39	0,34												
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	31,17	21,81	16,15	12,45	9,89	8,06	6,69	5,63	4,73	4,04	3,48	3,03	2,67	2,36	2,11	1,89	1,71	1,55	1,41	1,29	1,19												
		q <sub>d2</sub>	27,23	19,35	14,50	11,29	9,05	7,43	6,20	5,26	4,51	3,92	3,43	3,03	2,67	2,36	2,11	1,89	1,71	1,55	1,41	1,29	1,19												
		q <sub>k</sub>	86,53	44,30	25,64	16,14	10,82	7,60	5,54	4,16	3,20	2,52	2,02	1,64	1,35	1,13	0,95	0,81	0,69	0,60	0,52	0,46	0,40												

t <sub>N</sub> [mm]	g [kg/m²]										Rozpětí [m]												pro spojitý nosník o třech polích lze únosnost zvýšit o %												
			1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00												
0,63	6,30	q <sub>d1</sub>	10,24	7,34	5,54	4,34	3,49	2,88	2,41	2,05	1,76	1,54	1,35	1,19	1,06	0,96	0,86	0,77	0,69	0,63	0,57	0,53	0,48												
		q <sub>d2</sub>	7,40	5,92	4,87	3,85	3,13	2,60	2,19	1,87	1,62	1,42	1,25	1,11	0,99	0,89	0,81	0,74	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48												
		q <sub>k</sub>	25,60	13,11	7,59	4,78	3,20	2,25	1,64	1,23	0,95	0,75	0,60	0,49	0,40	0,33	0,28	0,24	0,20	0,18	0,15	0,13	0,12												
0,75	7,50	q <sub>d1</sub>	14,43	10,32	7,77	6,07	4,88	4,01	3,36	2,85	2,46	2,13	1,87	1,66	1,48	1,31	1,17	1,05	0,95	0,86	0,79	0,72	0,66												
		q <sub>d2</sub>	10,90	8,72	6,84	5,40	4,38	3,63	3,06	2,62	2,26	1,98	1,74	1,55	1,38	1,24	1,12	1,02	0,93	0,85	0,79	0,72	0,66												
		q <sub>k</sub>	32,57	16,68	9,65	6,08	4,07	2,86	2,08	1,57	1,21	0,95	0,76	0,62	0,51	0,42	0,36	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15												
0,88	8,80	q <sub>d1</sub>	19,32	13,72	10,28	8,00	6,41	5,25	4,39	3,72	3,19	2,77	2,43	2,13	1,87	1,66	1,48	1,33	1,20	1,09	0,99	0,91	0,83												
		q <sub>d2</sub>	15,39	11,96	9,08	7,14	5,78	4,77	4,01	3,42	2,95	2,57	2,26	2,01	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,09	0,99	0,91	0,83												
		q <sub>k</sub>	40,61	20,79	12,03	7,58	5,08	3,57	2,60	1,95	1,50	1,18	0,95	0,77	0,63	0,53	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19												
1,00	10,00	q <sub>d1</sub>	24,26	17,16	12,80	9,93	7,94	6,49	5,41	4,58	3,93	3,40	2,95	2,57	2,26	2,00	1,79	1,60	1,45	1,31	1,20	1,09	1,00												
		q <sub>d2</sub>	20,17	14,99	11,34	8,89	7,17	5,91	4,96	4,22	3,64	3,17	2,78	2,46	2,20	1,97	1,78	1,60	1,45	1,31	1,20	1,09	1,00												
		q <sub>k</sub>	48,61	24,89	14,40	9,07	6,08	4,27	3,11	2,34	1,80	1,42	1,13	0,92	0,76	0,63	0,53	0,45	0,39	0,34	0,29	0,26	0,23												
1,13	11,30	q <sub>d1</sub>	30,06	21,16	15,74	12,17	9,79	7,92	6,59	5,57	4,77	4,08	3,52	3,06	2,69	2,39	2,13	1,91	1,73	1,57	1,43	1,31	1,20												
		q <sub>d2</sub>	25,87	18,52	13,96	10,92	8,79	7,23	6,06	5,15	4,43	3,85	3,38	2,99	2,67	2,39	2,13	1,91	1,73	1,57	1,43	1,31	1,20												
		q <sub>k</sub>	58,60	30,00	17,36	10,93	7,32	5,14	3,75	2,82	2,17	1,71	1,37	1,11	0,92	0,76	0,64	0,55	0,47	0,40	0,35	0,31	0,27												
1,25	12,50	q <sub>d1</sub>	35,79	25,10	18,61	14,37	11,43	9,31	7,74	6,53	5,52	4,71	4,06	3,54	3,1																				

## LEGENDA

$q_{d1}$  návrhová hodnota únosnosti :

g<sub>23</sub> návrhová hodnota únosnosti:

**g<sub>k</sub>** - charakteristická (normová) hodnota zatížení pro pružnou deformaci  $l/200$ , pro jinou mezní deformaci  $l/xxx$  přenásobte tabelizovanou hodnotou  $g_k$  koeficientem  $200/xxx$

Pro zatížení osamělým břemenem (závěsem do vlny) je spolunúsobení sousedních vln minimální. bez podrobné analýzy spolunúsobení je nutné posoudit únosnost jedné samostatné vlny.

Pro zařízení osamělým břemenem (závesem do viny) je spolupůsobení sousedních vin minimální, bez podrobné analýzy spolupůsobení je nutné posoudit uhošnost jedné samostatné viny.

Statický návrh trapezových plechu smí provádět pouze oprávněná osoba.

Statické tabulky slouží jako pomůcka, jejíž použití nesnímá z autora statického návrhu zodpovědnost za bezpečný návrh.

Tabulky platí pouze pro daný trapezový profil ze sortimentu firmy Kovové profily, spol. s r. o. z materiálu S320GD. vydání 07.2013/SZ



**KS1000 RW 25**

plech vnější/vnitřní 0.5 / 0.4 mm S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení sněhem [kN/m²]																				hodnota zatížení
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	
Prostý nosník	I, II, III (f)	40 3,09	40 2,88	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
	I (f)	40 4,21	40 3,08	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
Spojitý nosník o 2 polích	II (f)	40 4,21	40 3,08	40 2,50	40 2,31	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
	III (f)	40 4,21	40 3,08	40 2,50	40 2,31	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
	I (f)	40 4,22	40 3,08	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
Spojitý nosník o 3 a více polích	II (f)	40 4,22	40 3,08	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
	III (f)	40 4,22	40 3,08	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	
	I (f)	40 4,22	40 3,08	40 2,50	40 2,13	40 1,88	40 1,69	40 1,54	40 1,42	40 1,33	40 1,25	40 1,18	40 1,12	40 1,07	40 1,03	40 0,99	40 0,95	40 0,92	40 0,89	40 0,86	40 0,84	

**barevná skupina** (zařídění dle odstínu v RAL)  
(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení L/200,  
pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

AA – min. šířka krajní podpory  
X,XX – max. rozpon  
BB – min. šířka střední podpory

plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, sání větru [kN/m <sup>2</sup> ]																				hodnota zatížení
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	
Prostý nosník	I, II, III (f)	2,86	2,46	2,31	2,19	2,10	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	5,81	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
	II (f)	5,81	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
	III (f)	5,81	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
Spojitý nosník o 3 a více polích	I (f)	5,30	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
	II (f)	5,30	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	
	III (f)	5,30	3,74	2,94	2,48	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	1,43	1,35	1,28	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,00	0,97	0,94	

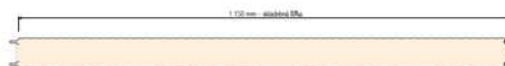
Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení  $L/200$ ,  
pro dlouhodobé  $L/100$ , kde  $L$  je rozpětí mezi podporami

max. rozpon

# Stěnový panel KS1150 TF 40

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace E/I, S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, tlak větru [kN/m²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		4,66	4,04	3,56	3,22	2,98	2,78	2,62	2,43	2,16	1,95	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		5,10	3,82	3,27	2,94	2,71	2,54	2,40	2,28	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,99
	II (f)	60	60	60	60	60	60	66	72	77	76	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
		5,10	3,82	3,27	2,94	2,71	2,54	2,40	2,28	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,99
	III (f)	60	60	60	60	60	60	66	72	77	76	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
		5,10	3,82	3,27	2,94	2,71	2,54	2,40	2,28	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,99
Spojitý nosník o 3 a více polích	I (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		6,51	4,65	3,82	3,34	3,01	2,77	2,58	2,43	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	II (f)	60	60	60	60	60	65	71	77	77	76	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
		6,51	4,65	3,82	3,34	3,01	2,77	2,58	2,43	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	III (f)	60	60	60	60	60	65	71	77	77	76	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
		6,51	4,65	3,82	3,34	3,01	2,77	2,58	2,43	2,16	1,94	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98

barevná skupina (zatřídění dle odstínu v RAL)  
(f) – přípustná deformace L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

AA – min. šířka krajní podpory  
X,XX – max. rozpon  
BB – min. šířka střední podpory

# Stěnový panel KS1150 TF 40

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace E/I, S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, sání větru [kN/m²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	3,88	3,48	3,21	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
		5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	II (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	III (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
Spojitý nosník o 3 a více polích	I (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	II (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98
	III (f)	5,92	4,19	3,42	2,96	2,65	2,42	2,24	2,09	1,97	1,87	1,77	1,62	1,50	1,39	1,30	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98

barevná skupina (zatřídění dle odstínu v RAL)  
(f) – přípustná deformace L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

max. rozpon

## Příloha 4: Tabulka únosností tenkostěnné vaznice Z240/2(2,5)-S a paždíku C270/2,5-S

### Z 240-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

- Řádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)  
 Řádek č. 2 : Únosnost s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)  
 Řádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)  
 Řádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)  
 Řádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)  
 Řádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)



#### PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]														
		5,00	5,50	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00
Z 240/2,0 G = 6,61 kg/m	1	4.74	3.91	3.29	3.03	2.80	2.60	2.42	2.25	2.11	1.97	1.85	1.64	1.46	1.31	1.18
	2	2.89	2.33	1.90	1.72	1.56	1.42	1.30	1.18	1.09	1.00	0.92	0.77	0.65	0.55	0.47
	3	-2.73	-2.22	-1.83	-1.68	-1.54	-1.42	-1.31	-1.21	-1.12	-1.04	-0.97	-0.85	-0.74	-0.66	-0.58
	4	-1.60	-1.27	-1.03	-0.93	-0.85	-0.77	-0.71	-0.65	-0.59	-0.55	-0.51	-0.43	-0.38	-0.33	-0.29
	5	3.89	2.92	2.25	1.99	1.77	1.58	1.42	1.27	1.15	1.04	0.95	0.79	0.67	0.57	0.49
	6	2.59	1.95	1.50	1.33	1.18	1.05	0.94	0.85	0.77	0.70	0.63	0.53	0.44	0.38	0.32
Z 240/2,5 G = 8,26 kg/m	1	6.80	5.62	4.72	4.35	4.02	3.73	3.47	3.23	3.02	2.83	2.66	2.35	2.10	1.88	1.70
	2	4.83	3.91	3.21	2.92	2.65	2.42	2.22	2.04	1.87	1.73	1.60	1.35	1.15	0.98	0.85
	3	-3.84	-3.13	-2.59	-2.37	-2.18	-2.00	-1.85	-1.71	-1.59	-1.48	-1.37	-1.20	-1.05	-0.93	-0.83
	4	-2.75	-2.22	-1.82	-1.65	-1.51	-1.38	-1.27	-1.17	-1.08	-1.00	-0.93	-0.78	-0.66	-0.56	-0.48
	5	5.13	3.85	2.97	2.63	2.33	2.08	1.87	1.68	1.52	1.38	1.25	1.04	0.88	0.75	0.64
	6	3.42	2.57	1.98	1.75	1.56	1.39	1.25	1.12	1.01	0.92	0.83	0.70	0.59	0.50	0.43
Z 240/3,0 G = 9,91 kg/m	1	8.79	7.27	6.11	5.63	5.20	4.82	4.49	4.18	3.91	3.66	3.44	3.04	2.71	2.44	2.20
	2	6.76	5.49	4.53	4.12	3.76	3.44	3.15	2.90	2.67	2.47	2.29	1.95	1.67	1.44	1.25
	3	-4.86	-3.96	-3.28	-3.00	-2.76	-2.54	-2.34	-2.17	-2.01	-1.87	-1.74	-1.52	-1.34	-1.18	-1.05
	4	-3.81	-3.08	-2.53	-2.31	-2.11	-1.94	-1.78	-1.64	-1.52	-1.41	-1.31	-1.14	-0.99	-0.87	-0.77
	5	6.28	4.72	3.63	3.21	2.86	2.55	2.29	2.06	1.86	1.69	1.53	1.28	1.08	0.92	0.78
	6	4.18	3.14	2.42	2.14	1.90	1.70	1.52	1.37	1.24	1.12	1.02	0.85	0.72	0.61	0.52

### C 240-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

- Řádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)  
 Řádek č. 2 : Únosnost s vlivem osově síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)  
 Řádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)  
 Řádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osově síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)  
 Řádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)  
 Řádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

#### PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]														
		3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25
C 240/2,0 G = 6,20 kg/m	1	8.71	7.65	6.78	6.05	5.43	4.90	4.44	4.05	3.70	3.40	3.13	2.90	2.69	2.50	2.33
	2	7.15	6.25	5.50	4.87	4.35	3.90	3.50	3.17	2.87	2.61	2.39	2.19	2.01	1.86	1.71
	3	-2.93	-2.63	-2.38	-2.16	-1.98	-1.82	-1.67	-1.54	-1.42	-1.32	-1.23	-1.15	-1.08	-1.01	-0.94
	4	-2.32	-2.06	-1.85	-1.67	-1.52	-1.38	-1.26	-1.16	-1.07	-0.99	-0.91	-0.85	-0.79	-0.74	-0.69
	5	8.95	7.38	6.15	5.18	4.41	3.78	3.26	2.84	2.48	2.19	1.93	1.72	1.54	1.38	1.24
	6	5.97	4.92	4.10	3.46	2.94	2.52	2.18	1.89	1.66	1.46	1.29	1.15	1.02	0.92	0.83
C 240/2,5 G = 7,75 kg/m	1	11.83	10.40	9.21	8.22	7.38	6.66	6.04	5.50	5.03	4.62	4.26	3.94	3.65	3.39	3.16
	2	10.25	8.97	7.90	7.01	6.26	5.63	5.07	4.58	4.16	3.80	3.47	3.19	2.94	2.71	2.50
	3	-3.81	-3.42	-3.09	-2.82	-2.58	-2.38	-2.18	-2.01	-1.87	-1.73	-1.62	-1.51	-1.42	-1.34	-1.24
	4	-3.23	-2.89	-2.60	-2.35	-2.15	-1.97	-1.80	-1.65	-1.53	-1.42	-1.32	-1.23	-1.15	-1.08	-1.00
	5	11.7	9.61	8.01	6.75	5.74	4.92	4.25	3.70	3.23	2.85	2.52	2.24	2.00	1.79	1.61
	6	7.77	6.41	5.34	4.50	3.83	3.28	2.83	2.46	2.16	1.90	1.68	1.49	1.33	1.19	1.08
C 240/3,0 G = 9,30 kg/m	1	15.01	13.19	11.68	10.42	9.35	8.44	7.66	6.98	6.38	5.86	5.40	4.99	4.63	4.31	4.01
	2	13.43	11.75	10.37	9.21	8.23	7.40	6.67	6.04	5.49	5.01	4.59	4.22	3.89	3.59	3.32
	3	-4.60	-4.13	-3.73	-3.40	-3.11	-2.87	-2.63	-2.43	-2.25	-2.10	-1.96	-1.83	-1.72	-1.62	-1.51
	4	-4.06	-3.63	-3.26	-2.96	-2.70	-2.47	-2.27	-2.09	-1.93	-1.79	-1.67	-1.56	-1.46	-1.37	-1.28
	5	14.1	11.6	9.66	8.14	6.92	5.93	5.13	4.46	3.90	3.43	3.04	2.70	2.41	2.16	1.95
	6	9.38	7.73	6.44	5.43	4.61	3.96	3.42	2.97	2.60	2.29	2.03	1.80	1.61	1.44	1.30



## Příloha 5: Táhlo DETAN S-460

### DETAN SYSTÉMY TÁHEL

#### DETAN-S460 Kompletní systém

DETAN-S460 Kompletní systém, Ø d<sub>1</sub> 10-60  
neoprávňuje ETA-06/0207

- Tvůrčí minimálně jedno táhlo s jedním levým a jedním pravým závěsem, dvě vidlice (1 levá, 1 pravá), čepy, pojistné kroužky a kontrataci, včetně sady těsnění (od systému Ø 16).
- Rozdělení celkové délky na další táhla při použití spojek. Předmontované systémy se v případě potřeby před dopravou rozdělí u spojky.
- Systém dodáváme dle přání zákazníka kompletně žárem zinkovaný nebo bez povrchové úpravy s žárem zinkovaným příslušenstvím.

#### příklady konfigurace

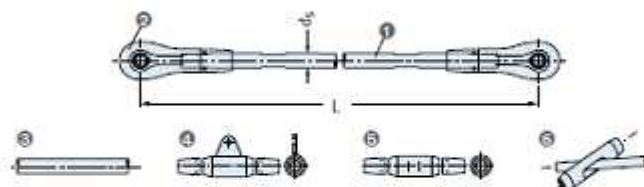
obj. č. 0802-500

systém táhlo DETAN, DETAN-S460, d<sub>1</sub> = 52 mm, L = 3620, žárově zinkováno

systém táhlo DETAN, DETAN-S460, d<sub>1</sub> = 30 mm, L = 4500, žárově zinkováno, 2 spojky bez oka

systém táhlo DETAN, DETAN-S460, d<sub>1</sub> = 20 mm, L = 6480, bez povrchové úpravy, klíčové spojky

Upozornění: v jednom systému pouze 5 spojky



- ① táhlo
- ② vidlice
- ③ táhlo bez spojky
- ④ spojka s okem
- ⑤ spojka bez oka
- ⑥ klíčová spojka

Ø d <sub>1</sub> [mm]	N <sub>st</sub> [kN]	min L [mm]	max L Ø [mm]	obj. č.	otoc.
				0802.	[Kč/ks]
Provedení FM, WB podle tabulky, ověř. strana 2					
Kompletní systém					
10	21,3	250	6060	500	na vyžádání
12	30,9	310	6070	500	na vyžádání
16	70,5	360	12080	500	na vyžádání
20	110,2	440	12100	500	na vyžádání
24	158,6	520	12120	500	na vyžádání
27	206,7	560	12140	500	na vyžádání
30	252,3	600	12140	500	na vyžádání
36	367,5	700	12170	500	na vyžádání
42	504,4	810	12220	500	na vyžádání
48	662,9	940	12260	500	na vyžádání
52	791,0	990	12270	500	na vyžádání
56	913,5	1050	12290	500	na vyžádání
60	1063,0	1160	12320	500	na vyžádání
Kompletní systém (sada)					
76	1570	1480	15430	510	na vyžádání
85	2227	1640	15480	510	na vyžádání
95	2823	1810	15530	510	na vyžádání

Ø Maximální systémová délka s jedním táhlem bez prodloužení se spojkami

Kolové systémy

1

Výživa

2

Připravení akce

3

Realizace systému

4

Systémové DETAN

5

Montážní technika

6

Šrouby, příslušenství

7